



Universidade de Aveiro

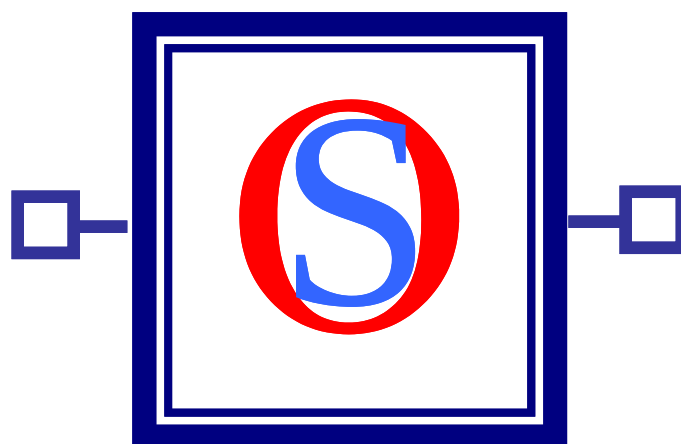


Instituto de Telecomunicações

OSIP

Optical Simulator Platform

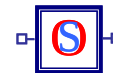
Manual do Utilizador



Versão 2.5

Julho 2006

Miguel Pereira nº 23799
Bruno Santos nº 23045



ÍNDICE GERAL

CAPÍTULO 1	5
INTRODUÇÃO	5
1.1 O QUE É O OSIP	5
1.2 MOTIVAÇÃO	6
1.3 USO DO MATLAB: LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO VERSÁTIL	6
CAPÍTULO 2	8
REQUISITOS E SISTEMA	8
CAPÍTULO 3	10
INSTALAÇÃO	10
CAPÍTULO 4	12
A INTERFACE GRÁFICA	12
4.1 A INTERFACE DE DESENHO – SCHEMATIC	12
4.2 A BARRA DE MENUS	16
4.3 AS LIGAÇÕES NA ÁREA DE DESENHO	24
4.4 ACCÇÕES SOBRE OS ÍCONES NA ÁREA DE DESENHO	26
4.4.1 Adicionar um componente à área de desenho	26
4.4.2 Mover, apagar, editar um componente	27
4.4.3 Copiar e colar um componente	29
CAPÍTULO 5	33
DEFINIÇÃO DOS PORTOS DE UM COMPONENTE	33
CAPÍTULO 6	37

ADICIONAR, AGRUPAR E TRANSPORTAR COMPONENTES	37
6.1 A IMPORTAÇÃO DE COMPONENTES EXTERNO.....	38
6.2 TRÊS PASSOS DE IMPORTAÇÃO.....	39
6.2.1 Step 1 – Definições primárias do componente	39
6.2.2 Step 2 – A definição dos portos.....	41
6.2.3 Step 3 – A definição dos parâmetros.....	43
6.3 A DEFINIÇÃO DAS M-FILES.....	45
6.4 ENTRADA E SAÍDA DO SINAL NO COMPONENTE	47
6.5 IMPORTAR UM COMPONENTE CRIADO NOUTRO COMPUTADOR	48
6.6 EXPORTAR UM COMPONENTE PARA FICHEIRO.....	49
6.7 AGRUPAR COMPONENTES	50
CAPÍTULO 7	57
COMPONENTES	57
7.1 AMPLIFIERS OPTICAL.....	59
7.1.1 Ideal Optical Amplifier.....	59
7.1.2 EDFA_Gain	65
7.1.3 EDFA_Power	67
7.1.4 SOA.....	70
7.1.5 SOA_Durhuus.....	79
7.2 BIT ERROR RATE ESTIMATORS.....	81
7.2.1 BER Estimator.....	81
7.2.2 BER Gauss Direct	84
7.3 CONTROL ELEMENTS.....	86
7.3.1 Fork – signal splitter.....	86
7.3.2 Ground	89
7.3.3 Save to file.....	91
7.3.4 Save to workspace	94
7.3.5 Term – signal terminator	96
7.4 FIBERS.....	97
7.4.1 Fiber Linear	97
7.4.2 Fiber NLS	101
7.4.3 Fiber NLS PMD	111
7.5 FILTERS ELECTRICAL.....	117
7.5.1 Equalizador ideal	117
7.5.2 Equalizador ideal DSB	121
7.5.3 Equalizador microstrip	124
7.5.4 Equalizador transversal.....	129
7.5.5 Electrical filtering.....	133
7.5.6 Hybrid Coupler.....	137
7.5.7 Quadrature filter	140
7.6 OPTICAL FILTERS	143
7.6.1 Optical Gaussian Filter BP	143
7.6.2 Optical Trapezoidal Filter BP.....	146
7.7 INTERFERÓMETROS	149
7.7.1 MZI - SOA.....	149
7.8 LOGIC	156
7.8.1 Gate NOT.....	156
7.8.2 PRBS	158
7.8.3 MLBS	163
7.8.4 Codificador Diferencial Digital	164
7.9 MODULATORS OPTICAL	166
7.9.1 Amplitude Modulator.....	166
7.9.2 Mach-Zehnder	169
7.9.3 Phase Modulator	174
7.10 PASSIVE COMPONENTS.....	176

7.10.1	Polarization Split.....	176
7.10.2	Attenuator.....	179
7.10.3	Delay.....	181
7.10.4	Xcoupler.....	183
7.10.5	Y junction.....	186
7.11	RECEIVERS.....	188
7.11.1	Photodiode PIN.....	188
7.12	SOURCES.....	193
7.12.1	Rectangular Electrical Pulse.....	193
7.12.2	Laser CW.....	196
7.12.3	RaisedCos Electrical Pulse.....	200
7.12.4	Triangular Electrical Pulse.....	202
7.12.5	Fonte Electrica DC.....	205
7.12.6	Modulador Mach-Zehnder com Laser CW Ideal.....	207
7.12.7	Optical Gaussian Pulse.....	209
7.12.8	Optical Pulse.....	213
7.12.9	Optical Sechant Pulse.....	215
7.13	VISUALIZERS.....	218
7.13.1	Value Display.....	218
7.13.2	Multi Visualizer.....	220
7.13.3	Band Energy.....	222
7.13.4	Electrical Spectrum.....	225
7.13.5	Power Meter.....	227
7.13.6	Scope.....	229
7.13.7	Optical Spectrum Analyser – OSA.....	232
7.13.8	Eye diagram.....	235
7.13.9	Eye diagram (2).....	238
7.14	MÓDULOS 3G.....	240
7.14.1	Bit Error Rate – 3G.....	240
7.14.2	Bipolar Generator.....	242
7.14.3	Bi-Unipolar.....	243
7.14.4	CER-3G.....	245
7.14.5	Channelisation.....	247
7.14.6	DCSum.....	249
7.14.7	Electroabsorption.....	251
7.14.8	ErrorCounter.....	254
7.14.9	Fiber NL3G.....	256
7.14.10	Fir Filter.....	259
7.14.11	Hist3G.....	262
7.14.12	Ideal Adder.....	265
7.14.13	Laser3G.....	267
7.14.14	LaserMod3G.....	269
7.14.15	Laser_DM.....	272
7.14.16	Plot.....	277
7.14.17	QPSKDesmodulator.....	278
7.14.18	QPSKModulator.....	281
7.14.19	RFAmplifier.....	283
7.14.20	Receiver.....	286
7.14.21	ReflectionChannel.....	288
7.14.22	Sampling.....	291
7.14.23	Scrambler.....	293
7.14.24	Sender.....	295
7.14.25	SpectrumPlot.....	298
7.14.26	UnChannelisation.....	299
7.14.27	Unipolar Generator.....	301
7.14.28	UnSampling.....	303
7.14.29	UnScrambler.....	305



CAPÍTULO 8	308
ALGORITMOS UTILIZADOS.....	308
8.1 Q EVALUATION	308
8.2 Q ÓPTIMO.....	309
8.3 Q CALC.....	310
8.4 HILBERT IDEAL.....	311
8.5 SIMPLEX.....	313
8.6 SAMPLE MOMENT.....	316
8.7 MICROSTRIP	317
8.8 VALUE DISPLAY LISTBOX.....	318
CAPÍTULO 9	320
REFERÊNCIAS	320



Capítulo 1

Introdução

1.1 O que é o OSIP

O simulador OSIP - *Optical Simulation Platform* - foi pensado para simulações de sistemas de comunicações ópticas baseando-se na linguagem de programação proprietária existente no Programa Matlab.

É um simulador criado a partir de um conjunto de *m-files* e *functions*, que executadas de forma contínua, permitem a geração de uma interface gráfica de simulação baseada em janelas de fácil utilização para o utilizador.

O OSIP executa simulações sequenciais, ou seja, cada *m-file* de cada componente é executada uma vez, desempenhando em cada simulação as funções de um dado componente e obtendo-se resultados consoante os parâmetros introduzidos pelo utilizador.

Tem uma interface gráfica *user-friendly* e funcionalidades *drag-and-drop*. Permite realizar importações e exportações de componentes, agrupar

componentes e até aceder a operações directamente do esquemático, através de ferramentas gráficas de utilização fácil e intuitiva.

Todo o processo de integração e configuração do simulador é gráfico não sendo necessário o uso de linha de comandos do Matlab para efectuar qualquer tipo de acção.

1.2 *Motivação*

Dadas as características de rápida evolução e crescente aplicação no mercado das telecomunicações e outros dos sistemas de comunicação ópticos, uma crescente necessidade de obter rapidamente resultados prévios sobre a aptidão ou não de determinada solução a determinado panorama.

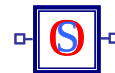
Uma vez que as comunicações ópticas usam normalmente tecnologia de ponta, e assim bastante dispendiosa, é necessário obter, com alguma flexibilidade e a baixo custo, testes que permitam tomadas de decisão acertadas e em tempo útil. A forma mais utilizada para este fim é, normalmente, o uso de simuladores. Por estas razões estas ferramentas são de grande importância para investigadores e empresas de telecomunicações.

Embora existam no mercado este tipo de simuladores como é o caso do VPI®, estes são normalmente muito fechados em termos de possibilidade de inclusão ou alteração dos modelos utilizados.

Com este projecto pretendeu-se criar uma ferramenta aberta para este fim e que possa correr sobre uma plataforma que seja de corrente utilização (Matlab®).

1.3 *Uso do Matlab: Linguagem de Programação versátil.*

MATLAB® é uma linguagem de programação apropriada ao desenvolvimento de aplicativos de natureza técnica. Como o próprio nome sugere, o MATLAB® é bem adequado àqueles que desejam implementar e testar soluções com facilidade e precisão (como num laboratório!), sem perder tempo com detalhes específicos de linguagem de programação. Para isso,



possui facilidades de computação, visualização e programação, dentro de um ambiente amigável e de fácil aprendizagem.

Actualmente o MATLAB® dispõe de uma biblioteca bastante abrangente de funções matemáticas, geração de gráficos e manipulação de dados que auxiliam muito o trabalho do programador. Possui ainda uma vasta colecção de bibliotecas -denominadas *toolboxes*- para áreas específicas como: estatística, processamento de imagens, processamento de sinais, finanças, telecomunicações, etc.

A linguagem e o ambiente de programação MATLAB® permitem ainda que o utilizador possa escrever as suas próprias bibliotecas em MATLAB®. Assim, o utilizador pode enriquecer a linguagem, incorporando a ela novas funções.

O MATLAB® possui ainda uma ferramenta de criação de objectos gráficos baseados em funções programáveis. Esta ferramenta - *GUIDE* - *Graphical User Interface Development Environment*, incorpora um conjunto de ferramentas para criar interfaces gráficas de utilizador (GUIs). Estas ferramentas simplificam largamente o processo de projectar e construir Interfaces Gráficas.

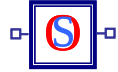


Capítulo 2

Requisitos e Sistema

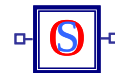
Para realizar simulações é necessário possuir:

- **Instalação Completa do Matlab 7 Release 14** (Com todas as funcionalidades do *guide*).
- Sistema Operativo: Windows NT/2000/XP/2003.
- Processador – Pentium III/IV, Xeon, Pentium M, AMD Athlon, Athlon XP, Athlon MP (recomendado > 1GHz).
- Espaço em disco necessário: 345 MB (recomendado 2GB – Matlab R14 completo) + 10MB (OSIP).
- Toolboxes necessárias: Communicatios, Real-Time Workshop, Matlab.
- Memória RAM: 256 MB (Mínimo), 512 MB (Recomendado).



- Netscape Navigator 4.0 ou superior ou ainda o Microsoft Internet Explorer 4.0 ou superior.
- Placa gráfica que suporte OpenGL e com resolução mínima de 800x600 pixels.
- Dispositivo apontador.

NOTA: Estes são os requisitos mínimos do Matlab 7 R14. Apenas os dois últimos campos são directamente recomendados para o simulador OSIP.



Capítulo 3

Instalação

O conjunto de ficheiros e directórios encontra-se num ficheiro executável do *Winzip* onde o directório por defeito é o C:\OSIP. Executando-se o ficheiro, extrai-se o seu conteúdo para o directório em questão. O utilizador pode ainda definir outro directório.

Para efeitos explicativos vamos considerar o directório C:\OSIP como o directório por defeito, no entanto pode ser outro a especificar pelo utilizador, sendo necessário o utilizador adaptar esse caminho à explicação apresentada de seguida.

Assim:

OSIP



Executa-se o programa Matlab. Na linha de comandos muda-se de directório de trabalho através da execução do comando:

```
>> cd C:\OSIP\kernel
```

De seguida executa-se o comando:

```
>> OSIP
```

Após uns segundos aparece a interface gráfica da plataforma(OSIP).



Capítulo 4

A interface gráfica

4.1 A interface de desenho – schematic

A interface gráfica do simulador tem o aspecto geral de uma janela do Windows tal como se pode observar na figura seguinte:

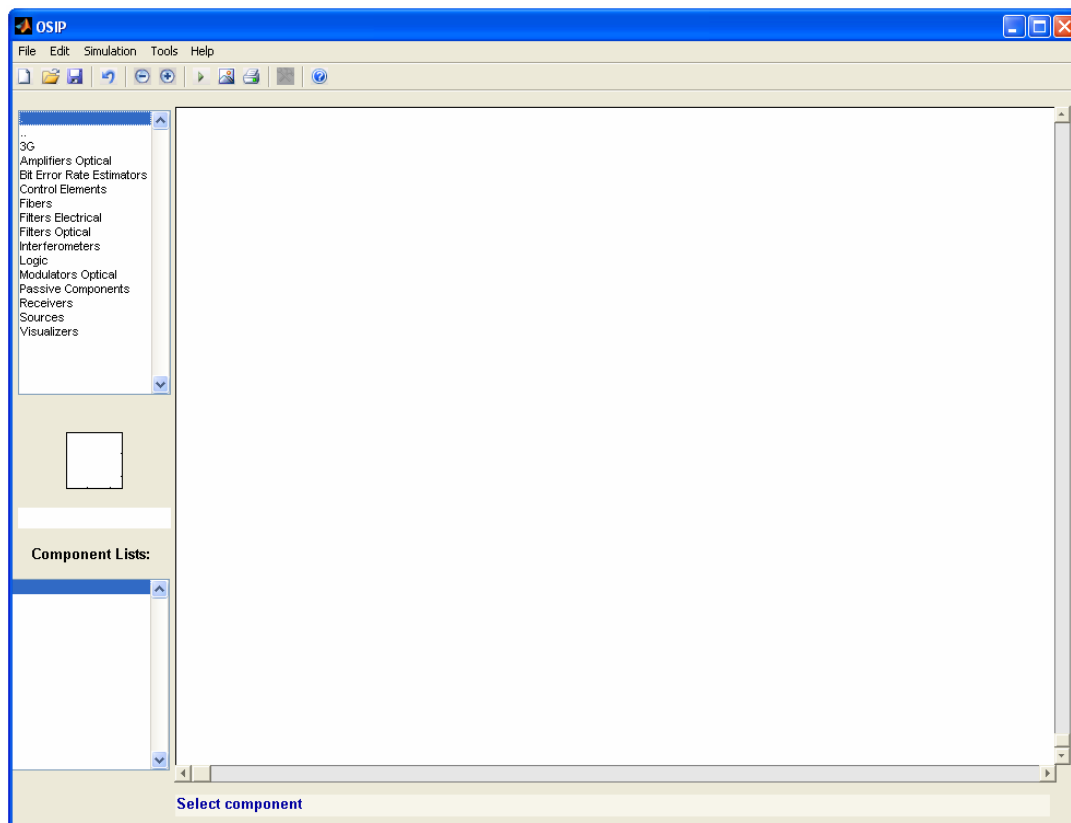


Figura 1 - Interface gráfica do simulador.

Nesta interface observamos seis zonas bem distintas: a barra de menus, a zona de selecção do grupo de componentes, a zona de selecção do componente, a área de pré-visualização do componente, a barra de estado e a área de desenho do sistema.

A barra de menus destina-se à selecção de tarefas sobre o simulador, tais como, abrir um novo esquemático, salvar um esquemático, importar ou exportar componentes, etc. Esta zona é ainda munida por diversos ícones de fácil e rápida utilização. Para mais detalhes consultar o sub-capítulo seguinte.

A zona de selecção do grupo de componentes é aquela que se situa à esquerda na parte superior. Nesta janela pode-se seleccionar o grupo dos componentes de uma lista associada à árvore de directório “modules”, que contém todos os grupos e componentes do OSIP.

A zona de selecção de um componente situa-se à esquerda na parte inferior e contém uma lista com todos os componentes constantes dentro do grupo de componentes seleccionado.

Ao seleccionar um componente na zona referida anteriormente a imagem que caracteriza o componente aparece na área de pré-visualização que se situa entre as duas zonas referidas anteriormente.

EXEMPLO:

A título de exemplo, se pretendermos adicionar o componente fiber_linear, que simula um troço de fibra óptica desprezando os efeitos não lineares desta:

Na zona de selecção do grupo de componentes selecciona-se o grupo Fibers. De seguida aparecerá uma lista de componentes que pertencem ao grupo Fibers na zona de selecção do componente. Ao seleccionarmos o nome do componente (fiber_linear) aparece a imagem que caracteriza o componente na área de pré-visualização do componente como ilustrado na figura seguinte.

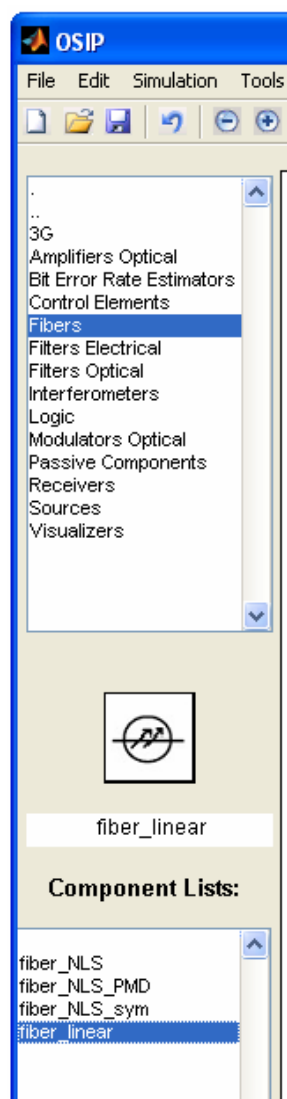


Figura 2- Seleccionar um componente para adicionar ao simulador

Pressionando o botão esquerdo do rato quando o cursor se encontra sobre esta zona, arrasta-se a imagem correspondente ao componente, mantendo o botão pressionado, para a área de desenho como se ilustra na figura seguinte:

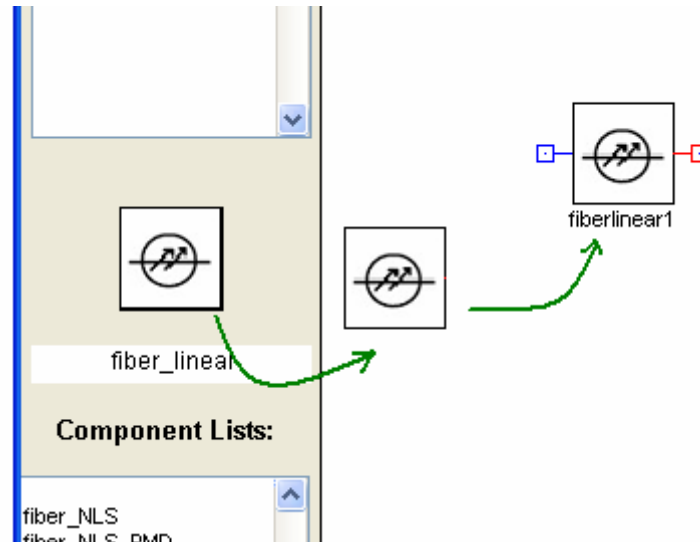


Figura 3- Adicionar um componente ao simulador

Ao se libertar o botão do rato quando o cursor se encontra na área de desenho, é criado o ícone do componente com os respectivos portos e o ícone assume o nome por defeito, (no caso *fiberlinear1*), terminado por um número. Este número corresponde ao número de ícones desse tipo já adicionados até ao momento à área de desenho.

No sentido de auxiliar o utilizador sobre as acções possíveis no simulador existe ainda uma barra de estado que indica as acções possíveis a ser efectuadas na posição actual do cursor na janela do simulador. Estas podem ser várias, como por exemplo efectuar uma ligação, apagar uma ligação ou componente, adicionar um componente à área de desenho ou mover um componente dentro da área de desenho etc.

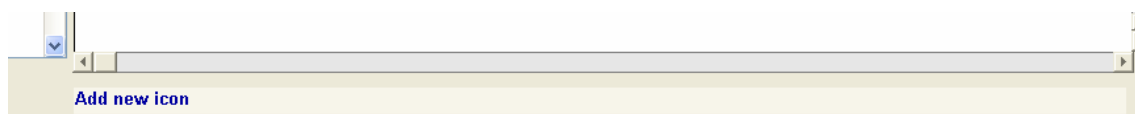


Figura 4- Barra de estado do simulador

4.2 A barra de menus

Na barra de menus estão localizados os menus que permitem realizar todas as acções necessárias ao bom funcionamento e fácil utilização do simulador que vão desde guardar ou ler o projecto actual, importar/exportar componentes, correr uma simulação entre outros.

Na figura seguinte são apresentados os grupos de menus do simulador:



Figura 5- Barra de menus do simulador

No menu “File” podem-se encontrar as opções:

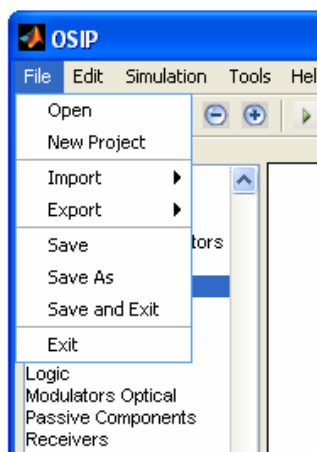


Figura 6- Opções existentes no menu File

A opção “Open” refere-se à leitura do projecto de uma simulação guardado previamente e que se encontra por defeito no directório C:\OSIP\Save.

Os ficheiros lidos pelo campo “Open” são ficheiros com extensão ‘osi’.

A opção *"New Project"*, refere-se a todo o processo de reinício do simulador para um novo projecto de simulação. Após esta opção a área de desenho fica limpa assim como as zonas de selecção do componente e de pré-visualização da imagem do componente. Se existirem componentes na área de desenho, é questionado ao utilizador se pretende guardar o projecto ou não, caso o utilizador pretenda salvar o projecto é criada uma nova janela onde o utilizador deve indicar o directório de destino e o nome da simulação.

As opções *"Import"* e *"Export"*, referem-se à possibilidade de importar e exportar componentes do simulador.

Existem dois modos de importação de um componente para o simulador:

- Importar um componente a partir de uma *"m-file"* não interna ao simulador, ou seja de um componente que nunca foi utilizado no simulador.
- Importar um *"component-file"*, ou seja, um componente que foi adicionado ao simulador previamente noutra computador.

A imagem seguinte ilustra as duas possibilidades referidas:

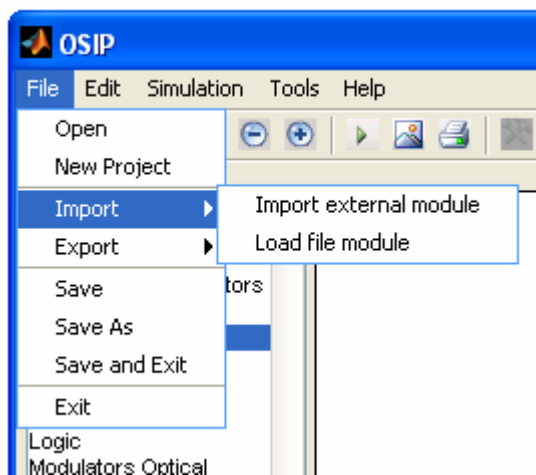
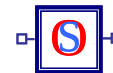


Figura 7- Opções existentes no menu *Import*

A opção *"Import external module"* refere-se ao primeiro modo de importação referido anteriormente e está completamente descrito em Importação de componentes externos (secção 6.1 e seguintes deste manual).



A opção *“Load file module”* refere-se ao segundo modo de importação e abre uma janela que pede ao utilizador que introduza o ficheiro de entrada do componente e o local onde este vai ser guardado no simulador tal como descrito em Importar um componente criado noutro computador (secção 6.5).

A opção *“Export -> Save file module”*, refere-se à possibilidade de se exportar para um ficheiro um componente existente no simulador para poder ser utilizado noutro computador tal como se encontra descrito em Exportar um componente para ficheiro (secção 6.6).

De novo no menu *“File”* existem ainda as opções *“Save”*, *“Save As”* e *“Save and Exit”*. As duas primeiras guardam o projecto actual para um ficheiro com a extensão *“osi”* podendo, na opção *“Save As”*, optar pela directoria onde se pretende guardar o esquemático; numa primeira operação *“Save”* é sempre solicitado ao utilizador que indique uma pasta de destino para guardar o esquemático mas, na segunda e seguintes operações de *“Save”* já não é necessário tal procedimento, sendo o esquemático guardado na directoria indicada;

Na opção *“Save and Exit”* o simulador é encerrado automaticamente após ter sido guardado o projecto.

Por fim, a opção *“Exit”* permite sair do simulador, avisando o utilizador se pretende guardar o projecto actual caso exista. De seguida apaga todas as variáveis usadas e fecha a janela do simulador.

Atendendo à figura 8, no menu *“Edit”* podemos encontrar as opções:

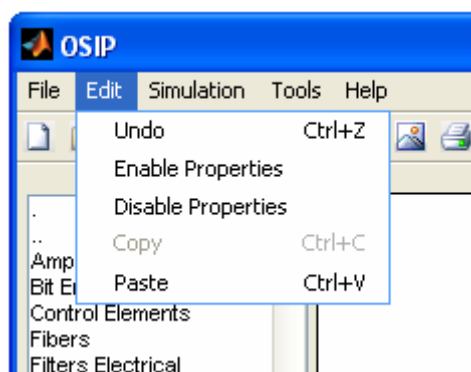


Figura 8- Menu Edit

A primeira operação deste menu é a função “Undo” (Retroceder). Esta permite ao utilizador retroceder até quatro acções anteriores sem que sejam perdidos quaisquer parâmetros de simulação ou características de componentes. As operações de ligar, mover ou apagar componentes são também salvaguardadas pela operação “Undo”.

Neste menu existem, de forma provisória, as opções “Enable Properties” e “Disable Properties”. Estas opções têm como finalidade editar as caixas de texto com o nome dos ícones existentes no simulador. Quando um ícone é adicionado à área de desenho o simulador colocando um nome por defeito que contém o nome do componente. Se o utilizador pretender alterar esse nome tem que activar o modo de edição através de opção “Enable Properties”, edita o nome, alterando-o e de seguida desactiva o modo de edição através de opção “Disable Properties”. Deve-se ter em atenção que os nomes dos ícones **não** devem ter espaços.

As opções Copy/Paste são opções que facilitam a acção de copiar e colar um componente na área de desenho. Para mais detalhe pode-se consultar a secção 4.4 (Acções sobre os ícones na área de desenho), onde se encontra uma descrição detalhada das acções copiar e colar.

No menu “Simulation” o utilizador encontra duas opções:

- Run simulation
- Set Parameters
- Simulation Type

Estas opções são ilustradas na figura seguinte:

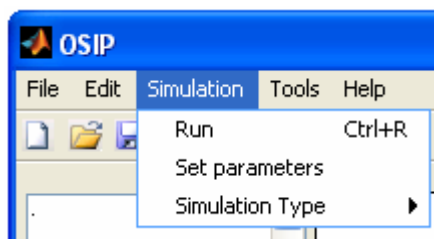


Figura 9- Menu Simulation

Na primeira opção, o utilizador inicia o processo de simulação do projecto existente na área de desenho. Deve-se ter em atenção que o projecto não deve ter nenhum porto em aberto, caso exista algum este deve ser terminado pelo componente “Term” (no caso de um porto de saída) ou pelo componente “Ground” (no caso de um porto de entrada) existentes no directório “Control Elements”.

Na opção “Set Parameters”, o utilizador pode definir os parâmetros genéricos do simulador. Estes parâmetros são configurados numa janela semelhante à da figura seguinte:

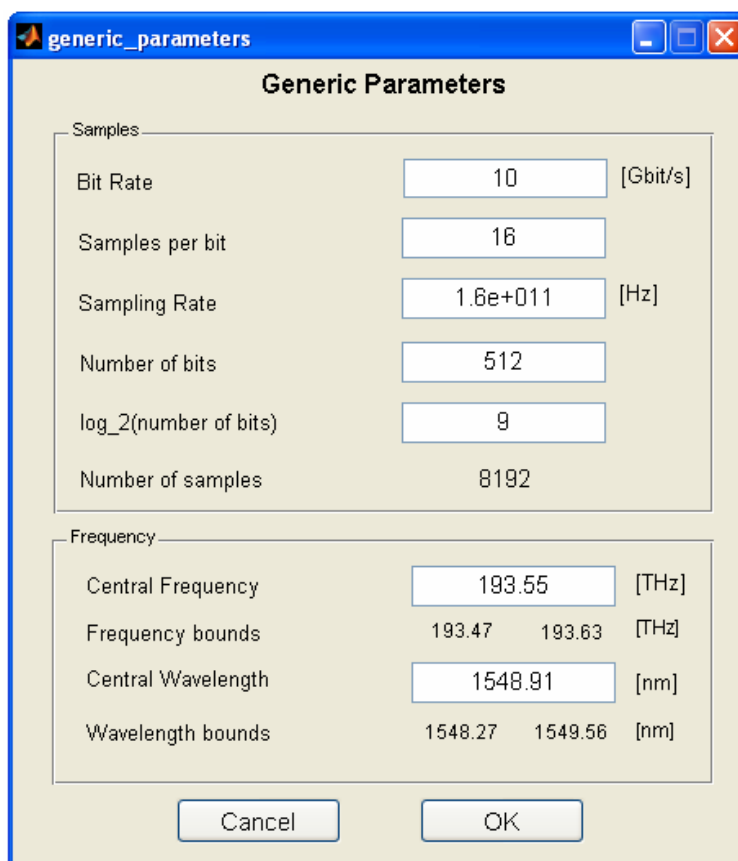


Figura 10- Janela de parâmetros genéricos da simulação.

Na última opção “*Simulation Type*” o utilizador pode especificar o tipo de simulação que pretende, como se mostra na figura:

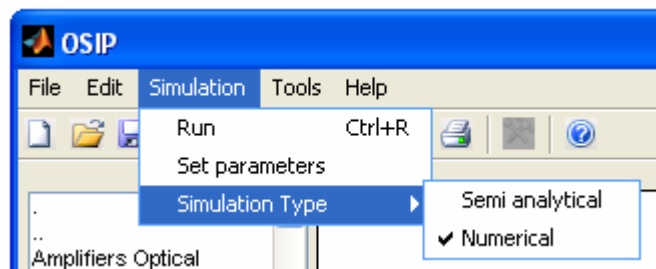


Figura 11- Menu *Simulation Type*

As opções são:

- *Numerical*: Este tipo comporta uma simulação onde o sinal de entrada de cada componente possui juntamente o ruído associado ao sistema simulado (opção por defeito).
- *Semi Analytical*: Neste tipo de simulação o sinal e o ruído (DEP de ruído) seguem separados no sinal de entrada de cada componente, permitindo assim a visualização separada do sinal resultante da simulação com e sem ruído. Existe um visualizar específico para este tipo de simulação *MultiVisualizers* (ver secção 7.13.2).

NOTA: Nesta versão, o simulador ainda não possui o tratamento semi-analico completo, faltando ainda actualizar alguns componentes, para que este tipo de simulação funcionar correctamente.

Voltando ao menu à barra de menus; no menu “*Tools*” podemos encontrar as seguintes opções:

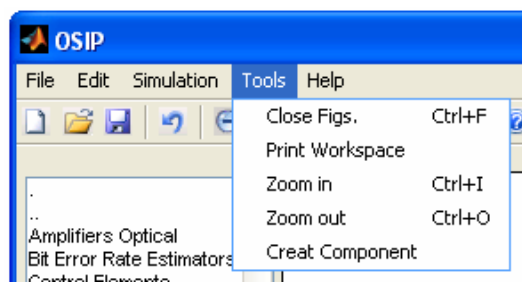


Figura 12- Menu Tools

A primeira opção “Close Figs.” serve para fechar as janelas de visualização resultantes de simulações. Com esta opção podemos automaticamente fechar diversas janelas simultaneamente sem necessidade de as fechar uma por uma, mantendo-se apenas activa a janela do OSIP.

Neste menu encontramos também a ferramenta (“Print Workspace”) que permite imprimir a área de desenho. Esta ferramenta já se encontra operacional, mas ainda poderá ser tornada mais robusta em versões futuras.

Encontramos ainda duas opções que permitem realizar o *zooming* da área de desenho. Na opção *Zoom in* podemos realizar o zoom da área de trabalho, diminuindo-a e colocando os ícones por consequência mais maiores. Na opção *Zoom out* aumenta-se a área de trabalho e por consequência diminui-se o tamanho dos ícones e, ou seja, o inverso da acção *Zoom in*.

Para efectuar a acção de *zooming* é necessário seleccionar uma das duas acções anteriores (aparece um cursor específico de zoom) ou pressionar a combinação de teclas *Ctrl+I* (zoom in) ou *Ctrl+O* (zoom out) e depois clicar com o cursor dentro da área de desenho tendo em atenção em não efectuar o duplo click. Ao se efectuar duplo click e o cursor de *zooming* estiver activo, a área de desenho volta ao tamanho original.

Por fim, a ultima opção deste menu é “Creat Component” que realiza o agrupamento de dois ou mais componentes num componente apenas. Para isso é necessário que dois ou mais componentes estejam seleccionados no esquemático e unidos entre si através de ligações. No capítulo 6 apresenta-se com mais detalhe esta funcionalidade.

No menu “*Help*” podem-se encontrar as ferramentas de informação e ajuda do simulador:

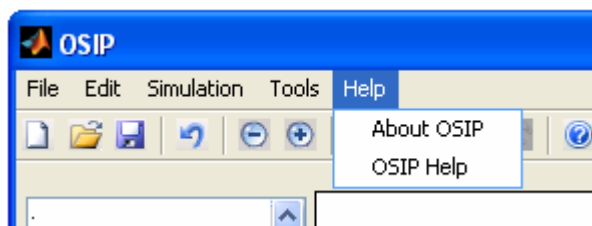


Figura 13- Menu Help

Na opção “*About OSIP*” pode ser visualizada informação sobre os autores e sobre a versão do Simulador. Neste momento esta versão é 2.5 (Julho 2006).

Seleccionando a opção “*OSIP Help*”, pode-se encontrar todo um conjunto de páginas com informações relevantes sobre a utilização do simulador.

Existe ainda um conjunto de ícones que executam a mesma tarefa que os diversos sub-menus existentes na barra, sem a necessidade de navegação pelos mesmos, bastando para tal apenas um clic sobre o ícone da operação pretendida.

Como síntese, a seguinte tabela mostra todas as funcionalidades existentes na barra com uma pequena descrição da mesma, o ícone correspondente (se o houver) e ainda as teclas de atalho (caso se aplique).

<u>Funcionalidade</u>	<u>Descrição</u>	<u>Ícone</u>	<u>Teclas</u>
<i>Open</i>	Abertura de um esquemático guardado		
<i>New Project</i>	Novo esquemático		
<i>Import</i>	Importação de um novo componente		
<i>Export</i>	Exportação de um componente existente		
<i>Save</i>	Salvaguada de um esquemático		
<i>Save As</i>	Salvaguada de um esquemático com indicação do directório		
<i>Save and Exit</i>	Salvaguada e encerramento do OSIP		
<i>Exit</i>	Encerramento do OSIP		
<i>Undo</i>	Retroceder uma acção		Ctrl+z

<i>Enable Prop.</i>	Editar propriedades dos componentes		
<i>Disable Prop.</i>	Fechar edição das propriedades dos componentes		
<i>Copy</i>	Copia de componentes		Ctrl+c
<i>Past</i>	Acção de colar componentes copiados		Ctrl+v
<i>Run</i>	Executar simulação do esquemático		Ctrl+r
<i>Set Parameters</i>	Editar os parâmetros de simulação		
<i>Simulation Type</i>	Seleccionar o tipo de simulação		
<i>Close Figs.</i>	Fechar janelas de visualização de resultados		Ctrl+f
<i>Print Workspace</i>	Impressão da área de desenho		
<i>Zoom In</i>	Diminuição da área do esquemático		Ctrl+i
<i>Zoom Out</i>	Aumento da área do esquemático		Ctrl+o
<i>Creat Component</i>	Criação de novos componentes agrupando os existentes.		
<i>About OSIP</i>	Editar informação sobre o OSIP		
<i>OSIP Help</i>	Editar ajuda sobre o OSIP		

Figura 14- Síntese da barra de menus

4.3 As ligações na área de desenho

Todas as acções relativas às ligações são efectuadas nos portos do componente. Quando se pretende ligar dois portos deve-se colocar o cursor sobre o porto que se pretende ligar. Quando o cursor se encontra sobre um porto, este fica com a forma de um círculo.

As ligações entre os portos podem-se efectuar de duas formas:

- Ligação directa

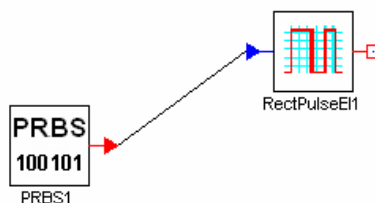


Figura 15- Ligação entre ícones directa

- Ligação por troços

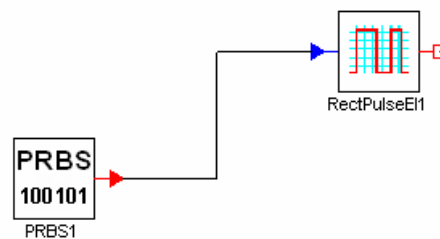


Figura 16- Ligação entre ícones por troços

No primeiro caso procede-se do seguinte modo: *Click* sobre o porto (pode ser na saída do *PRBS* ou na entrada do *RectPulseEl* no exemplo anterior) quando aparecer um círculo e arrastar sempre com o botão esquerdo pressionado até ao porto de destino soltando apenas quando aparecer o círculo no porto de destino. Numa forma alternativa pode-se efectuar a ligação clicando no porto de origem e de seguida clicar no porto de destino (em ambas situações deve-se ter em atenção que a forma do cursor sobre o porto deve ser um círculo).

No segundo método de ligações: *Click* sobre o porto (pode ser na saída do *PRBS* ou na entrada do *RectPulseEl*) quando aparecer um círculo e arrastar com o botão pressionado até ao ponto intermédio para criar o troço. Solta-se o botão, volta-se a pressionar e arrasta-se até ao próximo ponto para criar o troço seguinte e assim sucessivamente até ao porto de destino.

Para se interromper uma ligação pressiona-se a tecla *Escape* do teclado. Para continuar a ligação clica-se sobre o porto onde a ligação foi iniciada (quando aparecer um círculo) e continua-se a fazer a ligação.

Para eliminar a ligação coloca-se o cursor sobre o porto de origem (ou destino, no caso da ligação já ter sido terminada) e quando aparecer um círculo pressiona-se a tecla *Delete* do teclado.

4.4 Acções sobre os ícones na área de desenho

4.4.1 Adicionar um componente à área de desenho

A título de exemplo, se pretendermos adicionar o componente *fiber_linear*, que simula um troço de fibra óptica desprezando os efeitos não lineares desta:

Na zona de selecção do directório de componentes selecciona-se o directório *Fibers*.

De seguida aparecerá o componente *fiber_linear* na zona de selecção do componente.

Ao seleccionarmos o nome do componente aparece a imagem correspondente ao componente na área de pré-visualização como ilustrado na figura seguinte.

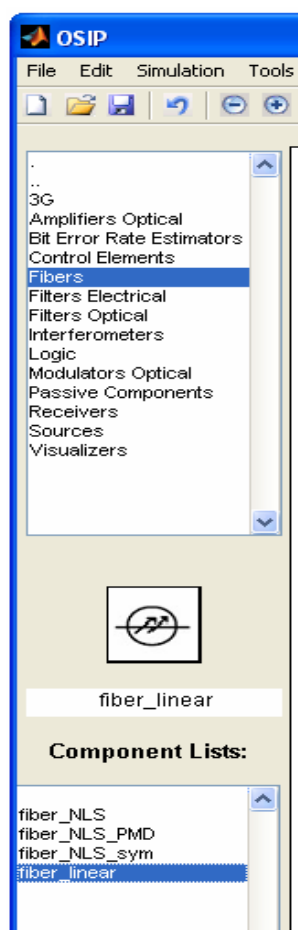


Figura 17- Seleccionar um componente para adicionar ao simulador

Coloca-se o cursor sobre a área de pré-visualização do componente, pressiona-se o botão do lado esquerdo do rato e arrasta-se com o botão pressionado o componente para a área de desenho (*schematic*), como se ilustra na figura seguinte:

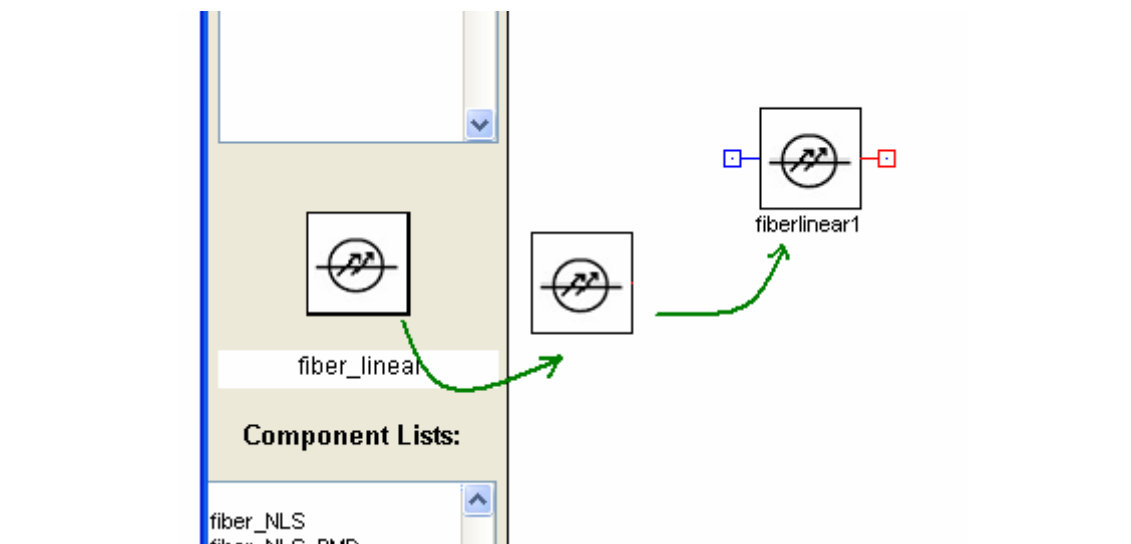


Figura 18- Adicionar um componente ao simulador

Ao libertar o botão do rato com o cursor sobre a área de desenho, são criados os portos e o ícone assume o nome por defeito, (no caso *fiberlinear1*), terminado por um número. Este número corresponde ao número de ícones desse tipo já adicionados até ao momento à área de desenho.

4.4.2 Mover, apagar, editar um componente

Caso se pretender deslocar o ícone de um componente posiciona-se o cursor sobre o ícone do componente, clica-se com o botão esquerdo do rato e arrasta-se com o botão pressionado para a posição pretendida.

Caso se pretenda eliminar um componente posiciona-se o cursor sobre o ícone do componente e pressiona-se a tecla *Delete* do teclado.

Efectuando o duplo click sobre o ícone abre-se a janela de configuração dos parâmetros do componente. Outra forma de editar as propriedades do componente é pressionar o botão direito do rato sobre o ícone e selecciona-se a opção *“Properties”*.

Para o caso de se pretender efectuar a selecção de um conjunto de ícones procede-se da seguinte forma:

Posiciona-se o cursor dentro da área de desenho (schematic), mas fora da área de um ícone. Clica-se com o botão direito e arrasta-se mantendo o botão pressionado até se seleccionar todos os ícones desejados.

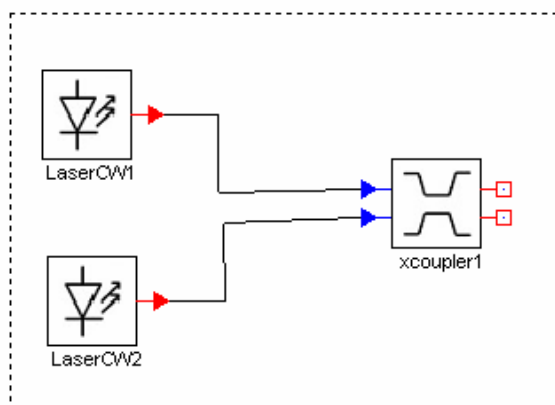


Figura 19- Selecção de um conjunto de componentes na área de desenho

Depois de seleccionado o conjunto de ícones, larga-se o botão do rato e posiciona-se o cursor sobre um dos ícones seleccionados. De seguida pode-se executar uma das seguintes operações:

- Pressiona-se *Delete* no caso de se pretender apagar o conjunto de ícones;
- Caso se pretenda mover a posição dos ícones seleccionados clica-se sobre um dos ícones seleccionados com o botão esquerdo do rato e arrasta-se mantendo o botão pressionado para a posição pretendida.
- Pode-se agrupar um conjunto de componentes através da opção “Creat Component”, obtendo-se desta forma um novo componente. Esta opção apenas funciona caso existam mais do que um componente seleccionado no esquemático.

4.4.3 Copiar e colar um componente

É possível executar as acções de copiar e colar (*Copy/Paste*) de um ícone na área de desenho, existindo três formas possíveis de o fazer:

- Seleccionar e pressionar o conjunto de teclas *Ctrl+C* (copiar) e *Ctrl+V* (colar);
- Pressionar o botão direito do rato sobre o ícone;
- Seleccionar e utilizar a barra de menus.

Na primeira opção selecciona-se o ícone que se pretende copiar (não válido quando se selecciona mais do que um ícone) e pressiona-se de seguida a combinação *Ctrl+C* para copiar. Para se colar o componente pressiona-se a combinação *Ctrl+V*.

Na segunda opção posiciona-se o cursor sobre o ícone que se pretende copiar e pressionando o botão direito selecciona-se a opção *Copy*, como ilustrado na figura seguinte.

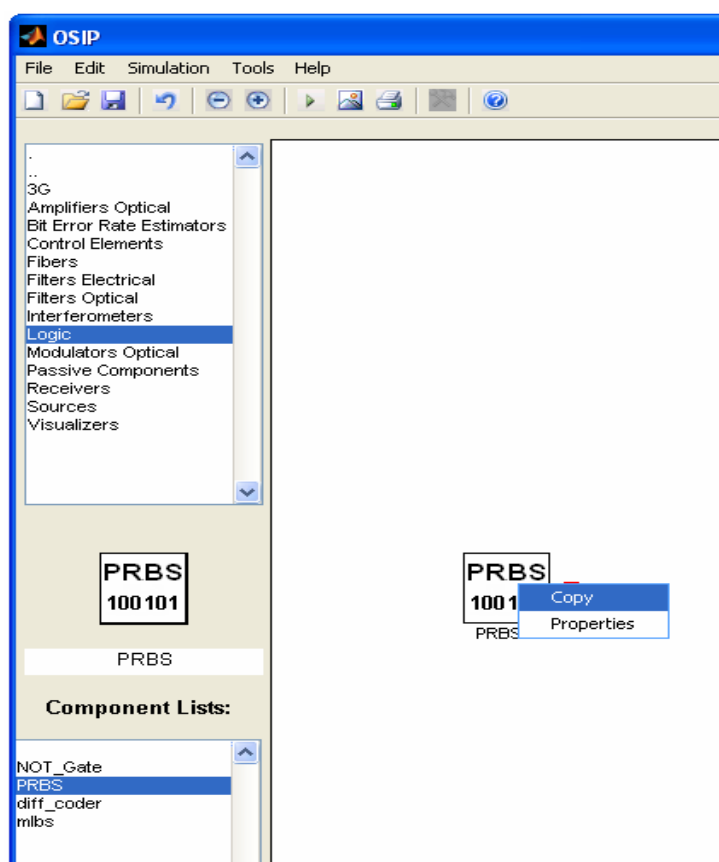


Figura 20- Copiar um ícone da área de desenho

De seguida desloca-se o cursor para a posição onde se pretende colar e pressionando novamente o botão direito do rato selecciona-se a opção *Paste*, como exemplifica na figura seguinte.

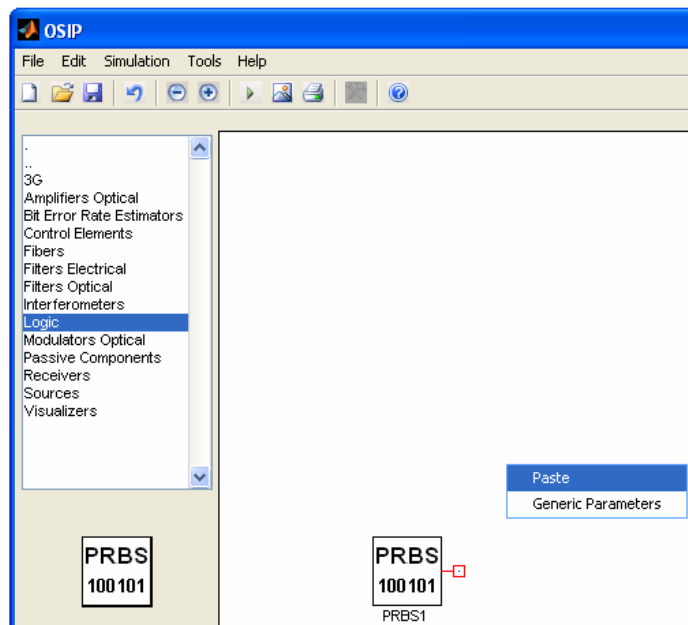


Figura 21- Colar um ícone na área de desenho

O componente é então duplicado como se vê na figura seguinte.

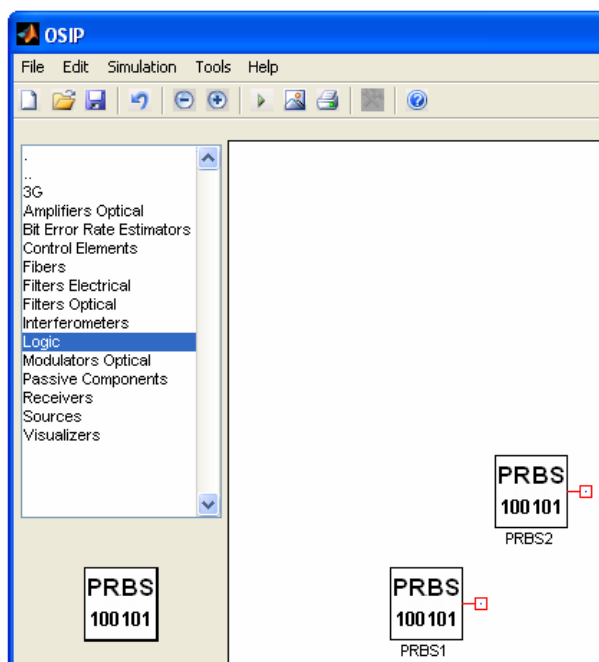


Figura 22- Ícone duplicado

Outra forma é utilizar a barra de menus. As opções de *Copy/Paste* encontram-se no menu *Edit* da barra de menus:

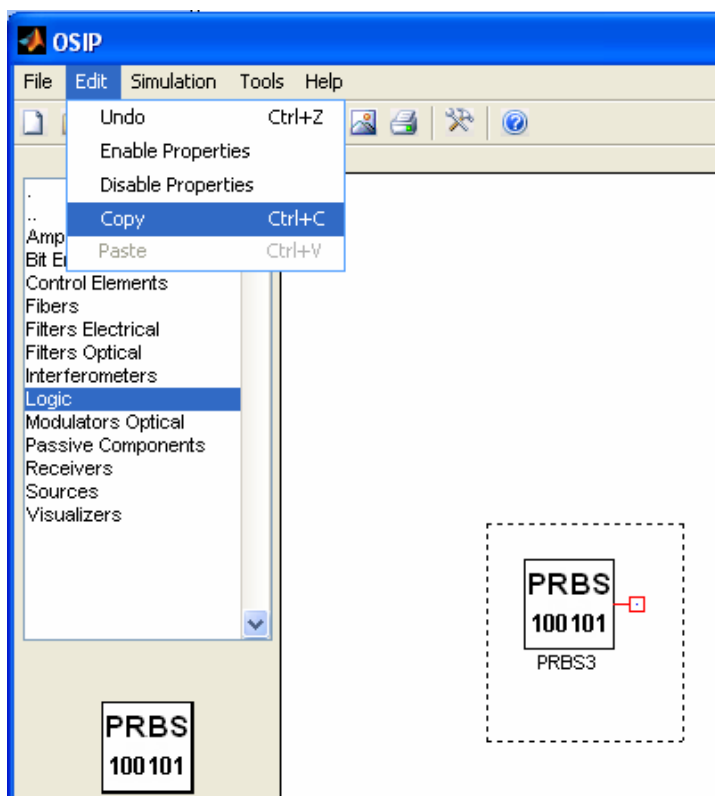


Figura 23- Opção de Copy/Paste da barra de menus do simulador

Neste caso e como se vê na figura 4.4.3.4 para que a opção de copiar esteja activa é necessário seleccionar previamente e apenas um ícone. Assim pode-se seleccionar a opção de copiar, activando a opção *Paste*, de seguida a opção colar no menu *Edit*, sendo depois necessário deslocar o ícone para a posição desejada.

Há que ter em atenção:

Se o ícone que foi copiado for apagado a opção de colar é desactivada até ser efectuado um novo *Copy*.

Caso se faça mais do que uma acção de colar sem deslocar o ícone “colado”, o segundo ícone aparecerá sobre o anterior.

Para se poder copiar um ícone há que ter o cursor sobre o ícone ou este deve estar seleccionado.

Se um ícone tiver os portos ligados, a acção de copiar apenas copia o ícone e não as ligações.



Não é ainda nesta fase possível copiar um conjunto de ícone e as respectivas ligações, podendo-se copiar ícone a ícone e ligar de seguida.

Os parâmetros do componente copiado são exactamente iguais aos parâmetros do componente que lhe deu origem.

Após se efectuar um *copy* o ícone permanece em memória até este ser eliminado da área de desenho ou se efectuar um novo *copy*.



Capítulo 5

Definição dos portos de um componente

Os portos do componente estão dispostos à volta do ícone do componente, sendo os portos de entrada aqueles que estão à esquerda do ícone, os portos de saída à direita do ícone do componente, os portos de controlo – *Control Hi* sobre o ícone e os portos de controlo – *Control Lo* por baixo do ícone.

A figura seguinte ilustra a disposição dos portos do ícone.

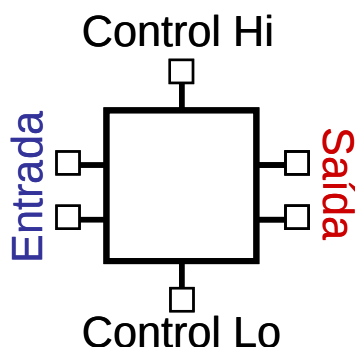


Figura 24- Disposição dos portos no componente

Os portos de entrada/saída podem ser dos tipos:

- Ópticos – com polarização nas duas componentes (x e y) ou apenas numa das componentes.
- Eléctricos – em que o sinal pode ser em banda base ou sub portadora.
- Lógicos – que transportam um sinal binário ou uma sequencia lógica de informação.
- Valor/String – em que o sinal é um valor ou uma string.

Os portos de controlo (Hi/Lo) são portos utilizados de diversas formas não sendo exactamente portos de entrada, mas funcionando como entrada de sinal. Na versão actual os portos de controlo são utilizados nos moduladores para entrada dos sinais eléctricos de modulação do sinal óptico dado pelo porto de entrada. Assim nesta altura os portos de controlo são do tipo eléctrico. Para outros componentes os portos de controlo podem ser de outro tipo.

Para definir o número de portos e o seu tipo nos portos de entrada/saída, em cada componente, deve-se seleccionar a opção *Ports Definitions* activada por um *Push button* dentro da janela de configuração de parâmetros do componente.

A interface de configuração dos portos é ilustrada na figura seguinte:

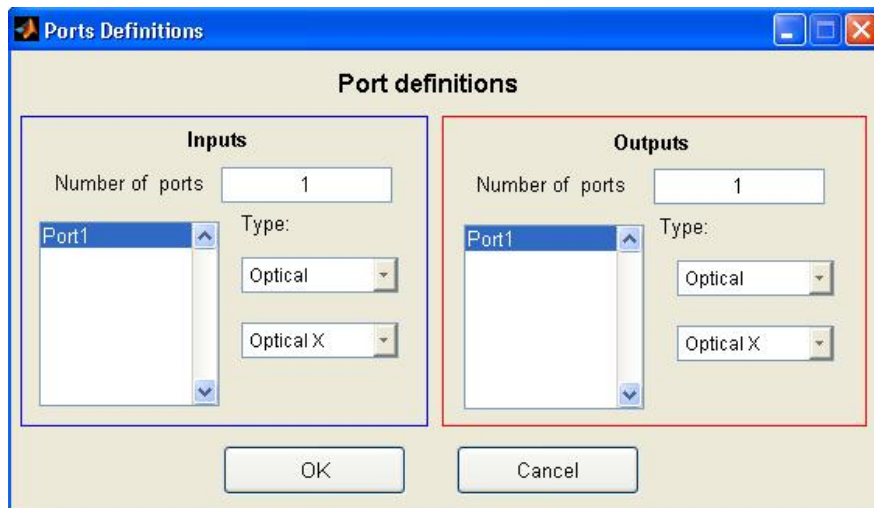


Figura 25- Janela de interface de definição dos portos

Nesta janela podemos encontrar

– Para o caso das entradas (*Inputs*):

Number of ports – **Edit box** – Este campo permite introduzir e visualizar o número de portos de entrada que o componente tem. Pode ser editável ou não e neste caso o número de portos de entrada é fixo. Se o número de portos for nulo os campos relacionadas com as entradas são desactivados.

List box – Este campo mostra os portos, permite seleccioná-los para alterar ou visualizar o seu tipo. É um campo que se actualiza automaticamente quando se altera o número de portos.

Type – **Popup menu** – Neste menu podemos escolher o tipo do porto seleccionado na *List box*. As opções podem ser:

- Optical
- Electrical
- Logical
- Value

No caso de só existir um destes quatro campos significa que os portos de entrada e saída só podem ser desse tipo para esse componente.

Existe ainda um segundo *Popup menu* que só surge nos casos do tipo de porto ser óptico ou eléctrico. Assim no caso do porto ser óptico:



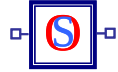
- Optical X Sinal óptico com polarização em x
- Optical Y Sinal óptico com polarização em y
- Optical XY Sinal óptico com polarização em x e y.

No caso da polarização ser só em x, então y tem um sinal nulo. O mesmo se verifica para o outro caso.

No caso do porto ser do tipo eléctrico:

- Electrical BB Sinal eléctrico em banda base
- Electrical SC Sinal eléctrico em sub portadora

- Para o caso dos portos de saída (*Outputs*) todos os passos explicados anteriormente são válidos, apenas tendo em atenção que onde se lê 'Porto de entrada' deve-se ler 'Porto de saída'.



Capítulo 6

Adicionar, agrupar e transportar componentes

As opções “*Import*” e “*Export*”, referem-se à possibilidade de importar e exportar componentes do simulador.

Existem dois modos de importação de um componente para o simulador:

- Importar um componente a partir de uma “*m-file*” não interna ao simulador, ou seja de um componente que nunca foi utilizado dentro do simulador.

- Importar um “*component – file*”, ou seja, um componente que foi adicionado ao simulador previamente noutra computador.

A imagem seguinte ilustra as duas possibilidades referidas:

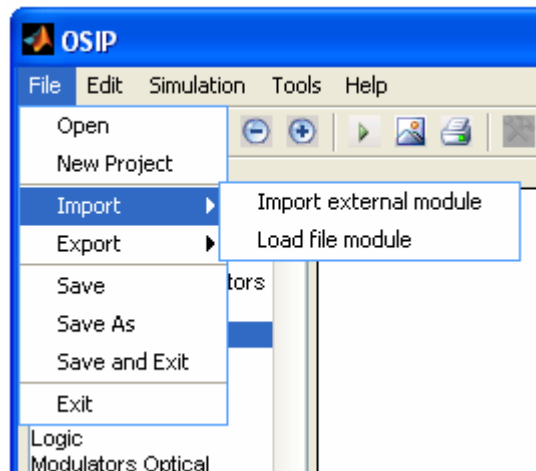


Figura 26- Opções existentes no menu Import

6.1 A importação de componentes externo

A importação de componentes externos, ou seja de um componente que nunca foi utilizado no simulador, é uma ferramenta que permite adicionar novos componentes e respectivas *m-files* ao simulador através de uma interface *user-friendly* de fácil preenchimento. Há no entanto que respeitar algumas regras de importação como a construção da *m-file*, as variáveis de entrada e de saída da mesma.

No processo de importação começa-se por se seleccionar a opção *File* na barra de menus da janela principal do simulador e de seguida a opção *Import*, seleccionando a opção *Import External Module*, como mostra a figura seguinte:

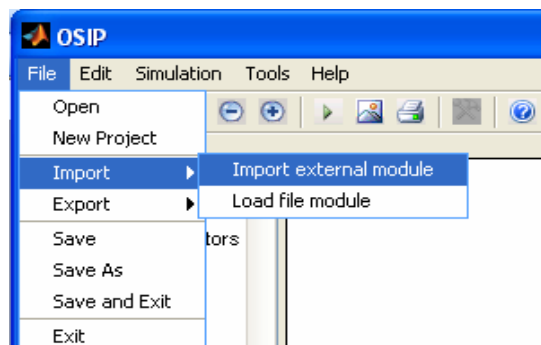


Figura 27- Selecção da opção de importação

Após a selecção desta opção aparece a primeira janela que controla o conjunto de três passos a seguir para importar o componente.

6.2 Três passos de importação

A figura seguinte mostra a janela que controla o processo de importação e permite ao utilizador aceder às outras janelas de configuração que possibilitam configurar os parâmetros do componente:

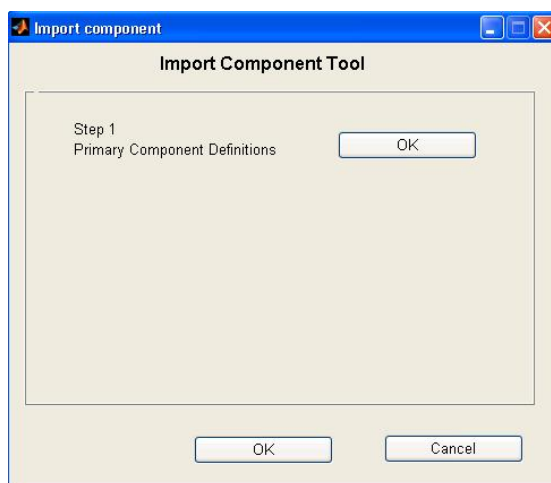


Figura 28- Janela principal de importação de componentes.

Numa primeira fase é pedido ao utilizador que aceda ao *Step 1*, onde são introduzidas as definições mais primárias do componente.

6.2.1 Step 1 – Definições primárias do componente

Neste passo é efectuada a definição de todas as informações relevantes à importação do componente e da forma como ele é “visto” pelo simulador após a importação. A figura seguinte apresenta uma descrição detalhada do conteúdo de cada campo a preencher:

Nome que o componente vai assumir no simulador.

Neste campo o utilizador deve introduzir o caminho para aceder à m-file a ser importada pelo simulador.

Neste campo é pedido ao utilizador que introduza o directório onde será guardado o componente. Caso pretenda o utilizador pode adicionar um novo directório seleccionando a opção *New Folder*. De seguida deverá introduzir o nome do directório no campo que aparecerá.

O utilizador pode adicionar um ícone que aparecerá no *schematic* ou utilizar o ícone por defeito. Caso já tenha um ícone pode especificar o caminho para este num novo campo que aparecerá.

Nestes dois campos é pedido ao utilizador que introduza o nome das variáveis que utiliza como entrada e saída na *m-file* do componente. Atenção: Os nomes devem ser exactamente iguais aos da *m-file*. Para o caso do componente não ter sinal de entrada ou saída os respectivos campos devem ficar vazios.

Figura 29- Janela onde são introduzidas as definições primárias do componente.

Após este passo o utilizador terá que voltar à janela principal de importação de componentes que terá o seguinte aspecto:

Figura 30- Janela principal de importação de componentes.

Nesta janela o utilizador pode passar ao passo seguinte: *Step 2*.

6.2.2 Step 2 – A definição dos portos

Neste passo é possível escolher os diversos aspectos referentes à interacção do componente com o simulador – os portos. Aqui são definidos, o número e o tipo dos portos do componente. Para os portos de entrada e saída é também configurado se o número de portos é alterável ou não.

A figura seguinte faz uma descrição de todas as características dos portos.

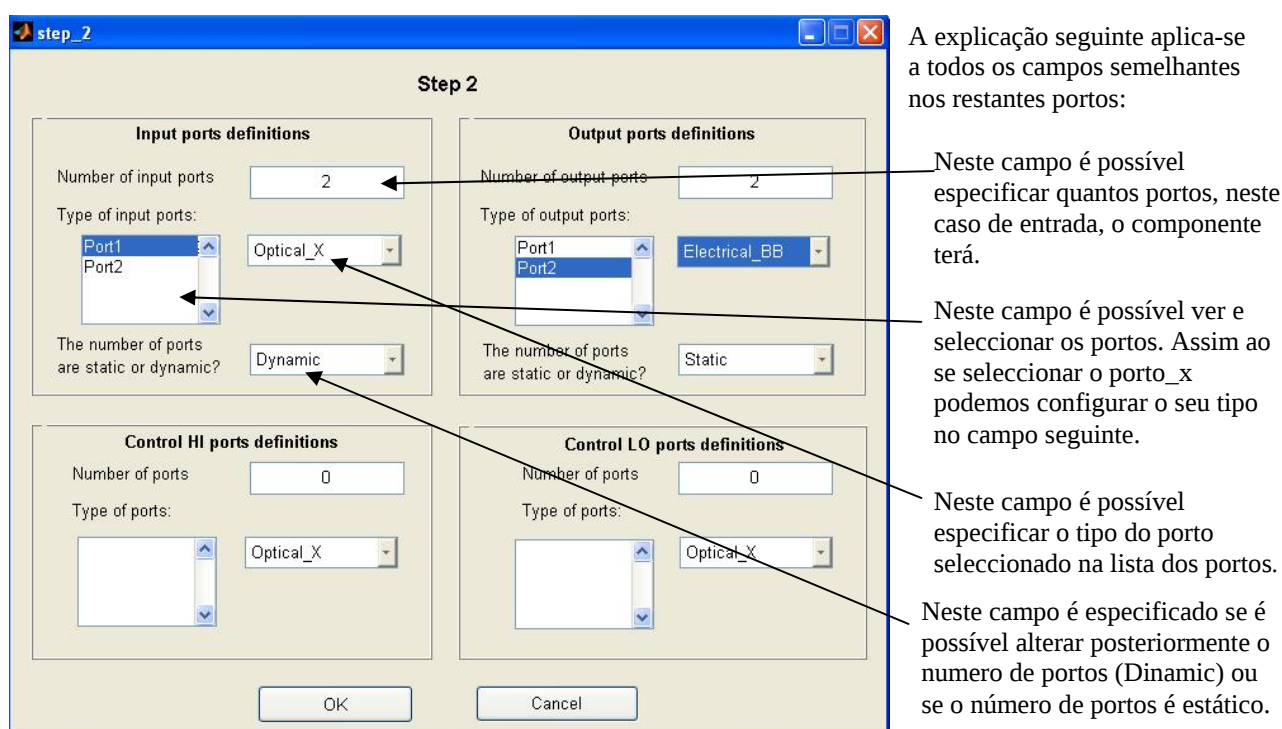


Figura 31- Step 3 – Janela de configuração dos portos do componente.

Esta janela está referida a todos os portos que o componente pode ter. De notar que os portos *Control Hi* e *Control Lo* não apresentam a opção de poder alterar posteriormente o número de portos, ou seja o número de portos é fixo.

Outra restrição ainda não implementada é a limitação do número de portos que será mais tarde limitada a 4 portos (entrada, saída, controlo).

De notar ainda que o tipo dos portos que é seleccionável pelo *popup* junto à lista de portos tem um conjunto de tipos de sinais admissíveis, sendo o significado de cada um deles:

- Optical_X – Sinal do tipo óptico com polarização apenas em x .
- Optical_Y – Sinal do tipo óptico com polarização apenas em y .
- Optical_XY – Sinal do tipo óptico com polarização em x e y .
- Electrical_BB – Sinal do tipo eléctrico em banda base.
- Electrical_SC – Sinal do tipo eléctrico com portadora (modelação na portadora).
- Logical – Sinal do tipo lógico.
- Value – Sinal cujo conteúdo pode ser um valor, uma *string*, ou um carácter.

Clicando em OK na janela *step_2*, a janela principal terá o seguinte formato:

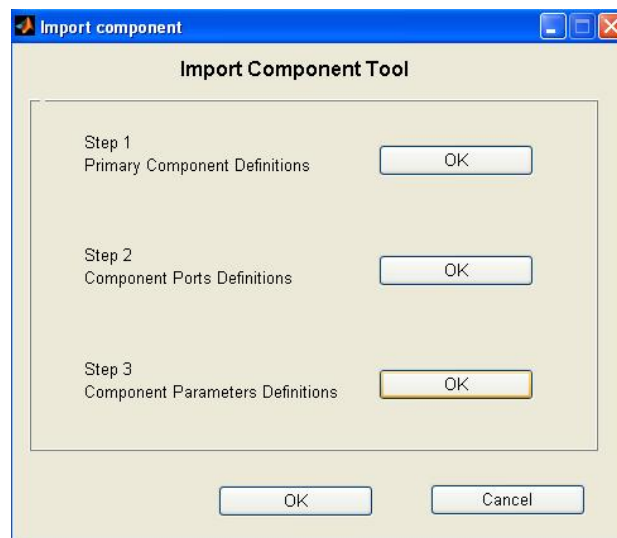


Figura 32- Step 3 – Janela principal de importação de componentes.

Nesta janela podemos encontrar o passo seguinte desbloqueado – *Step 3*.

6.2.3 Step 3 – A definição dos parâmetros

Neste passo configuram-se as definições referentes aos parâmetros do componente que podem ser editados no *schematic*, fazendo um duplo *click* sobre o ícone do componente. Começa-se por indicar o número de parâmetros que o componente terá. O tipo dos parâmetros pode ser *integer*, *double* ou *string*, ou *arrays* destes tipos.

Na figura seguinte podemos ver a janela que permite introduzir o número de parâmetros, a possibilidade de inserir os botões de guardar / abrir os parâmetros do componente (útil sobretudo para componentes que contenham uma grande quantidade de parâmetros) e ainda a possibilidade de colocar um botão de *help* que abrirá uma janela com a descrição colocada na linha *Component help text*:

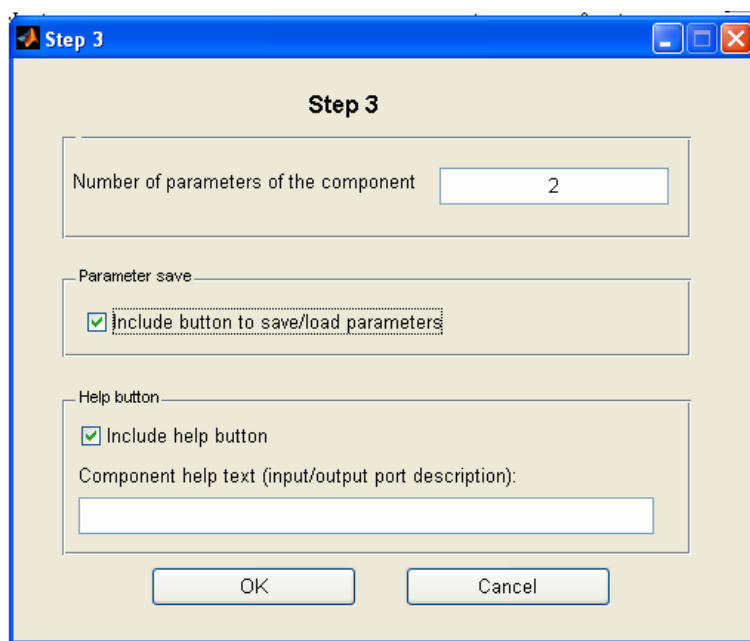


Figura 33- Step 3 – Janela de selecção do número de parâmetros a configurar.

Após esta janela aparecerão sequencialmente o número de janelas que corresponde ao número de parâmetros introduzidos pelo utilizador. Exemplo: se o número de parâmetros for 7, aparecerão sequencialmente 7 janelas em que cada uma delas corresponde a cada parâmetro do componente.

As janelas de configuração de cada um dos parâmetros são semelhantes à janela apresentada na figura seguinte:

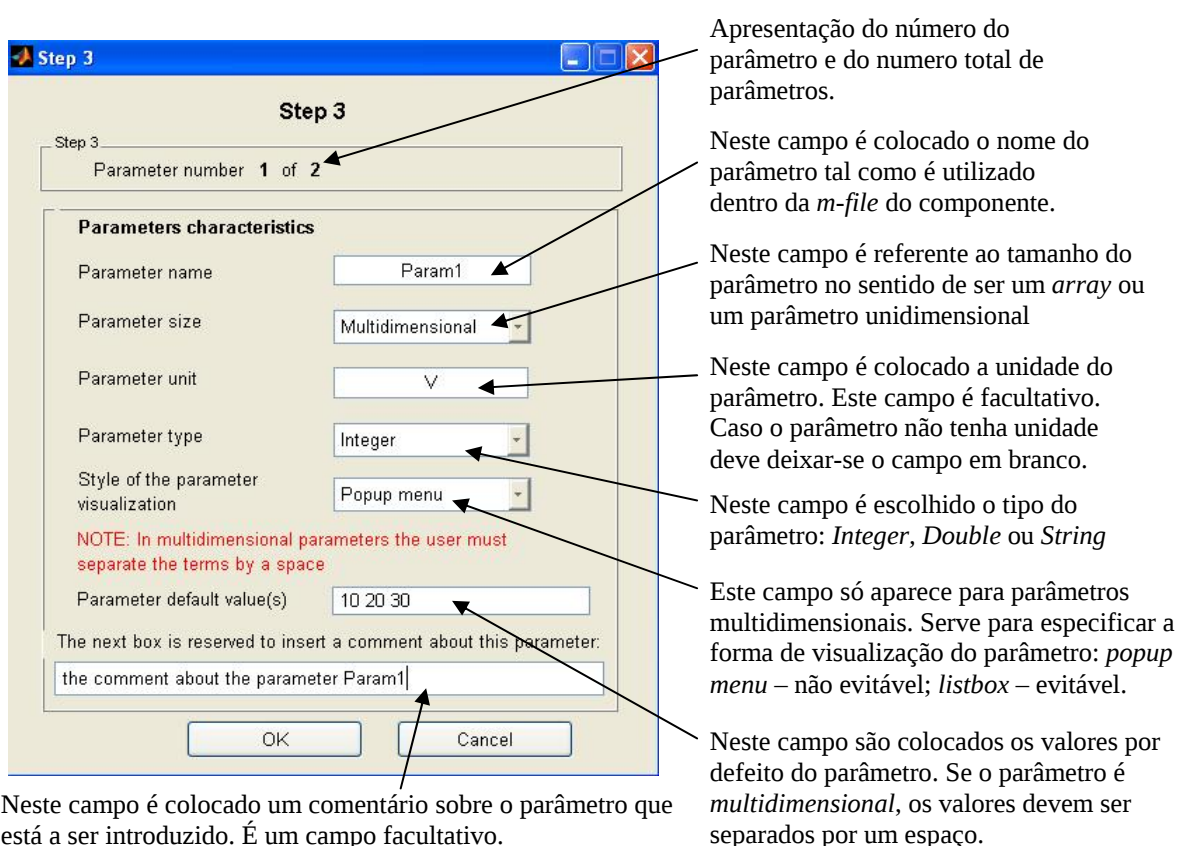


Figura 34- Step 3 – Janela de configuração de um parâmetro.

No final, quando todas os parâmetros estiverem configurados e introduzidos pressiona-se o botão **OK** para voltar à janela principal de importação. Clicando no botão de **OK** desta janela, são recolhidos os dados, criadas e compostas as *m-files* que caracterizarão o componente no simulador. A importação de componentes é de carácter permanente sendo que após importar um componente este permanece no simulador todas as vezes que o simulador é iniciado.

6.3 A definição das *m-files*

Para que todo o processo de importação seja efectuado é necessário impor restrições à composição da *m-file* que vai dar origem ao componente do simulador.

Assim para o caso do componente só ter um porto de entrada e/ou um porto de saída, o sinal de entrada e/ou o sinal de saída respectivamente deverão ser estruturas do tipo:

- `sinal.x`
- `sinal.y`
- `sinal.type`
- `sinal.noise_DSP`
- `sinal.bin`
- `sinal.bit_rate`
- `sinal.fsignal`

No caso do componente ter mais de um porto de entrada/saída ou ter portos de controlo. O sinal de entrada e/ou o sinal de saída respectivamente são estruturas do tipo:

- `sinal(i).x`
- `sinal(i).y`
- `sinal(i).type`
- `sinal(i).noise_DSP`
- `sinal(i).bin`
- `sinal(i).bit_rate`
- `sinal(i).fsignal`

onde *i* é o índice do porto.

É de notar que esta estrutura é genérica para todo o tipo de sinais. Para o caso de um sinal óptico os campos *x* e *y* representam o sinal com polarização segundo *x* e segundo *y*. Se o sinal óptico tiver polarização apenas segundo uma componente, o campo correspondente a essa componente contém os dados do sinal e o outro campo encontra-se com o valor zero.

Para os sinais dos tipos eléctrico e lógico, os dados encontram-se apenas segundo a componente x , estando a componente y com o valor zero.

Para os sinais do tipo valor o campo x contém o nome das variáveis devolvidas pelo sinal e o campo y contém o valor dessas variáveis em formato de texto (*'string'*).

O campo *type* indica qual o tipo do sinal correspondente ao porto que pode ser:

- *Optical_x*
- *Optical_y*
- *Optical_xy*
- *Electrical_bb*
- *Electrical_sc*
- *Logical*
- *Valor/string*

O sinal de entrada é atribuído ao nome que o utilizador introduziu no campo existente para esse efeito no *step1* do processo de importação do componente.

Torna-se necessário ter em atenção que a variável de entrada especificada pelo utilizador deverá ser uma estrutura do tipo enunciado acima.

Da mesma forma o sinal de saída também deve ser uma estrutura deste tipo.

Os parâmetros do componente são lidos automaticamente para a *m-file* e correspondem aos parâmetros introduzidos pelo utilizador no *step3*.

O corpo da *m-file* é uma *m-file* comum em que tem como entrada o sinal de entrada e os parâmetros do componente e como saída o sinal de saída, caso tenha portos de saída. Adverte-se o utilizador que os parâmetros que são introduzidos na importação do componente não devem ser inicializados na *m-file* do utilizador de forma a se garantir a correcta atribuição dos valores dos parâmetros.

O utilizador deverá ainda eliminar ou colocar em comentário o cabeçalho da função:

```
"function sinal_out = novo(...,sinal_in)" .
```

6.4 Entrada e saída do sinal no componente

Do ponto de vista de sinais de entrada e saída da *m-file*, os sinais de controlo *hi* e controlo *lo* são vistos como sinais de entrada.

Assim o sinal de entrada é uma estrutura que contem os sinais dos portos de entrada e os sinais dos portos de controlo caso existam.

A título de exemplo se um componente tiver 2 portos de entrada, 2 portos de saída, 1 porto de controlo *hi* e 1 porto de controlo *lo*, a estrutura para o sinal de entrada apresenta a seguinte forma:

- *Sinal(i).x*
- *Sinal(i).y*
- *Sinal(i).type*
- *Sinal(i).noise_DSP*
- *Sinal(i).bin*
- *Sinal(i).bit_rate*
- *Sinal(i).fsignal*

Onde *i* varia entre 1 e 4. Para *i=1,2* o sinal refere-se aos portos de entrada; para *i=3* o sinal refere-se ao porto de controlo *hi* e para *i=4* o sinal refere-se ao porto de controlo *lo*.

A estrutura para o sinal de saída apresenta a mesma forma que o sinal de entrada, onde neste caso, *i=1,2* refere-se aos portos de saída.

A figura seguinte ilustra a distribuição numérica dos portos do ponto de vista de entrada e saída do sinal para a *m-file*.

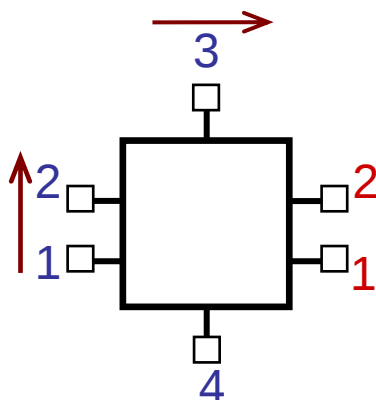


Figura 35- Distribuição numérica dos portos para a m-file

Do ponto de vista gráfico a numeração dos portos de entrada/saída é feita de baixo para cima, enquanto que a numeração dos portos de controlo é feita da esquerda para a direita.

6.5 Importar um componente criado noutra computador

Para importar um componente criado previamente noutra componente “component-file”, deve-se ir ao menu *File* seleccionar a opção *Importe* e de seguida a campo *Load file module*.

A imagem seguinte ilustra o procedimento a ser adoptado:

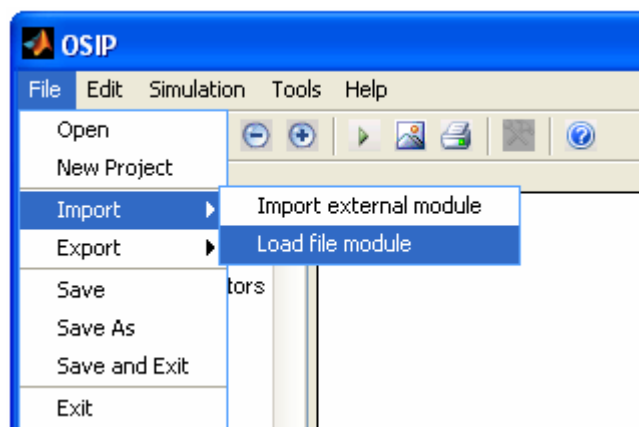


Figura 36- Opções existentes no menu *Import*

A opção “*Load file module*” abre uma janela que pede ao utilizador que introduza o ficheiro de entrada do componente e o local onde este vai ser

guardado no simulador. Estes dois parâmetros estão ilustrados na figura seguinte:

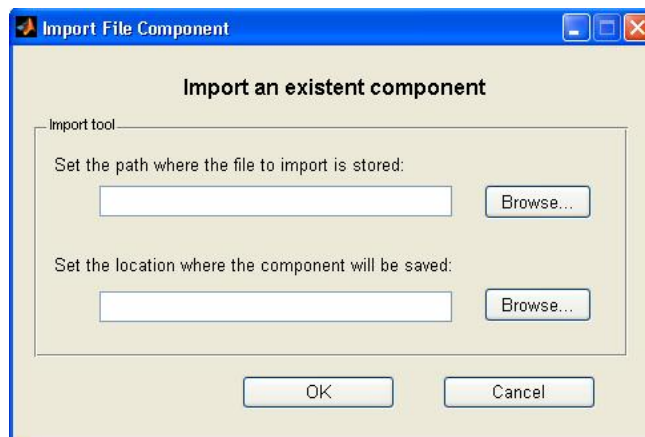


Figura 37- Opção "Load file module"

Na primeira opção o utilizador deve indicar o ficheiro com extensão 'oic'. Neste ficheiro estão guardados todas as características do componente. Na segunda opção deve ser indicado o directório, do conjunto de directórios dos componentes, onde o componente vai ser criado.

6.6 Exportar um componente para ficheiro

Atendendo ao menu "File" na barra de menus e seleccionando a opção "Export -> Save file module". Esta opção refere-se à possibilidade de se exportar para um ficheiro um componente existente no simulador. Esta é uma funcionalidade útil para se usar o componente noutro computador que tenha o simulador instalado.

A figura seguinte mostra a opção de exportação no menu "File":

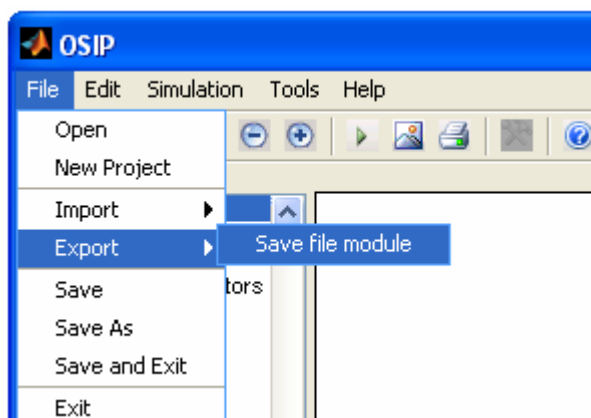


Figura 38- Opção "Save file module"

Ao seleccionar a opção "Save file module" abre-se a seguinte janela de interface:



Figura 39- Janela de interface da tool "Save file module"

Nesta janela encontramos duas opções. Na primeira opção o utilizador indica ao simulador o caminho onde está guardado o componente que se pretende exportar, dentro do directório *Modules* do simulador. Na segunda opção o utilizador indica ao simulador o caminho onde pretende guardar o ficheiro com o nome do componente e extensão 'oic'.

6.7 Agrupar componentes

Agrupar componentes pode ser uma funcionalidade bastante útil, sobretudo para simulações que englobem uma grande quantidade de

componentes. Ao agrupar-se componentes está-se a introduzir num só componente dois ou mais, simplificando desta forma o esquemático.

Para agrupar componentes deverá seleccionar-se no esquemático do simulador os componentes que se pretendem agrupar. Dever-se-á ter o cuidado de seleccionar uma área que possua mais que um componente e que os portos dos componentes estejam ligados entre si, excepto os portos voltados para o exterior da área seleccionada.

Após a selecção deve-se ir ao menu *Tools* e seleccionar a opção *Creat Component*, como se mostra na figura seguinte, ou aceder directamente ao botão que consta na barra de menus.

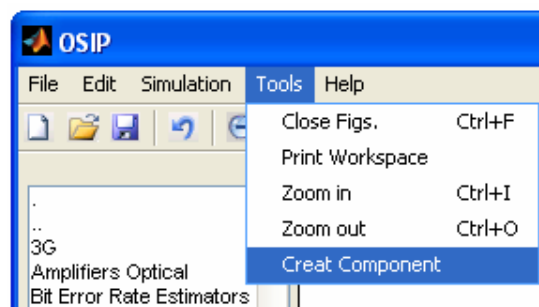


Figura 40- Selecção da opção de agrupamento de componentes

Ao seleccionar esta opção “*Creat Component*” abre-se uma janela de interface onde o utilizador pode inserir as principais propriedades do novo componente:

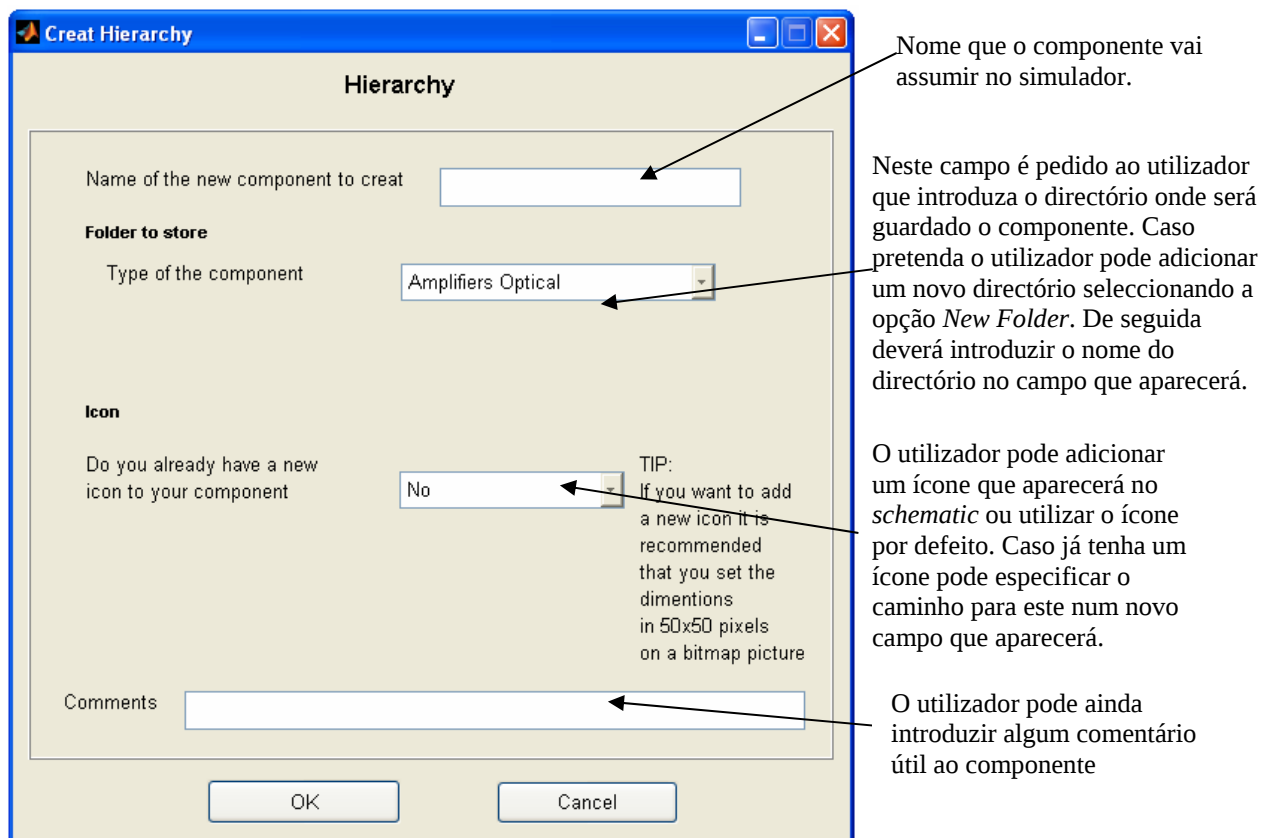


Figura 41- Janela onde são introduzidas as definições do componente a criar

O passo seguinte prende-se com a configuração dos portos de entrada e de saída do novo componente que se pretende criar. Serão aparentados, em novas janelas e em fases distintas, os portos de entrada e os de saída dos componentes seleccionados que não estejam ligados a outros portos, dentro da área seleccionada. Neste passo o utilizador deve escolher os portos de entrada e de saída que pretende que o novo componente tenha, assinalando-os na respectiva janela.

Nota: o número máximo de componentes com portos de entrada ou saída não ligados deverá ser inferior a quatro, bem como o número de componentes com entradas/saídas para o exterior da área seleccionada.

Os restantes passos que constituem a criação do componente são internos, não sendo necessária a intervenção do utilizador.

Nota: Os portos de controlo – *Control Hi* e *Control Lo* – não podem ser incluídos num novo componente que agrupa componentes. Esta será uma evolução para ser tratada em futuras versões.

EXEMPLO:

Mostra-se de seguida um exemplo simples de agrupamento de componentes:

No seguinte esquemático pretende-se agrupar os três componentes centrais:

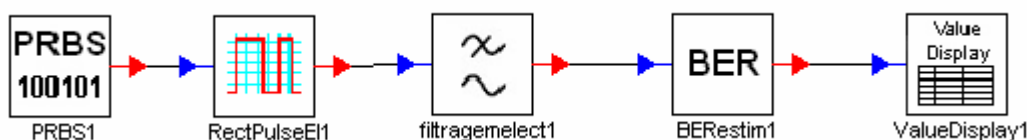


Figura 42- Esquemático onde se pretende agrupar componentes

Para iniciar deve-se interromper a ligação entre os componentes que fazem fronteira com a área de futura selecção, e de seguida seleccionar os componentes a agrupar, conforme o descrito na secção 4.4.2. A figura seguinte ilustra este processo:

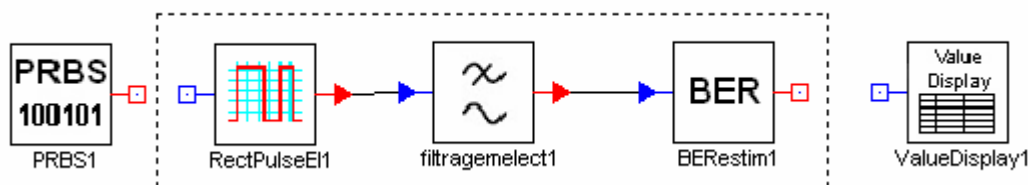


Figura 43- Selecção dos componentes a agrupar

O passo seguinte é aceder ao menu *Tools* e seleccionar a opção *Creat Component*, como se mostra na figura 40, ou aceder directamente ao botão que consta na barra de menus. Aparece a janela de interface com o utilizador da figura 42, que deverá ser preenchida dando um nome ao componente, indicando a pasta de destino, o ícone (em formato .bmp) para componente, se o houver e ainda possíveis comentários. A figura seguinte descreve este passo, onde se acrescenta uma nova pasta “Testing” para onde será guardado o novo componente “teste”.

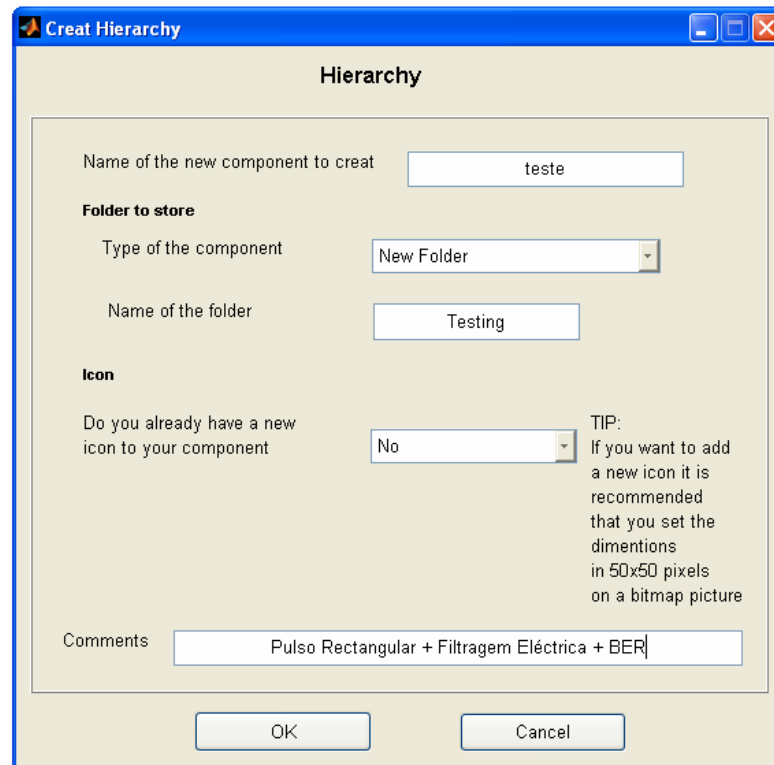


Figura 44- Primeiro passo de introdução de definições do componente

De seguida será mostrado uma janela com todos os portos de entrada não conectados dentro da área seleccionada, como mostra a seguinte figura. No exemplo apenas se tem um porto de entrada o qual o utilizador deve seleccionar.

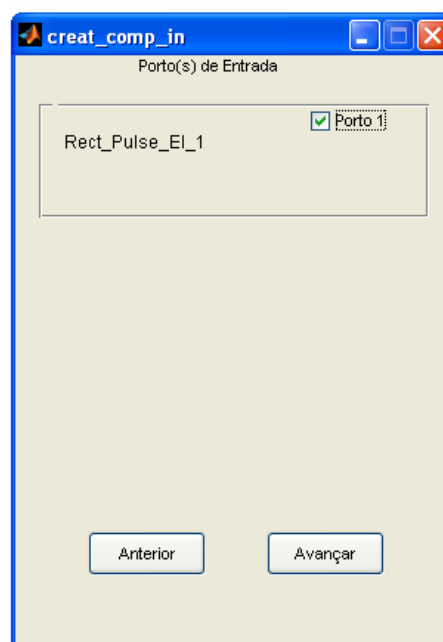


Figura 45- Selecção dos portos de entrada

Depois de clicar em avançar, a mesma operação é realizada para os portos de saída:

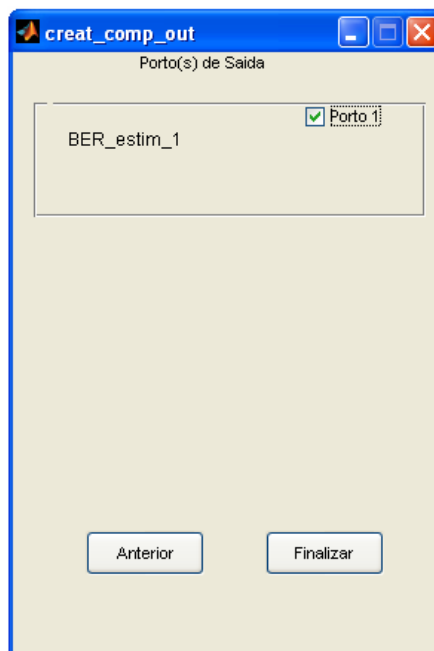


Figura 46- Selecção dos portos de saída

A operação é finalizada com o clic no botão finalizar. Na nova pasta “Testing” encontra-se o novo componente “teste”, cujo ícone é o definido por defeito. A figura seguinte mostra o esquemático resultante da inclusão deste novo componente:

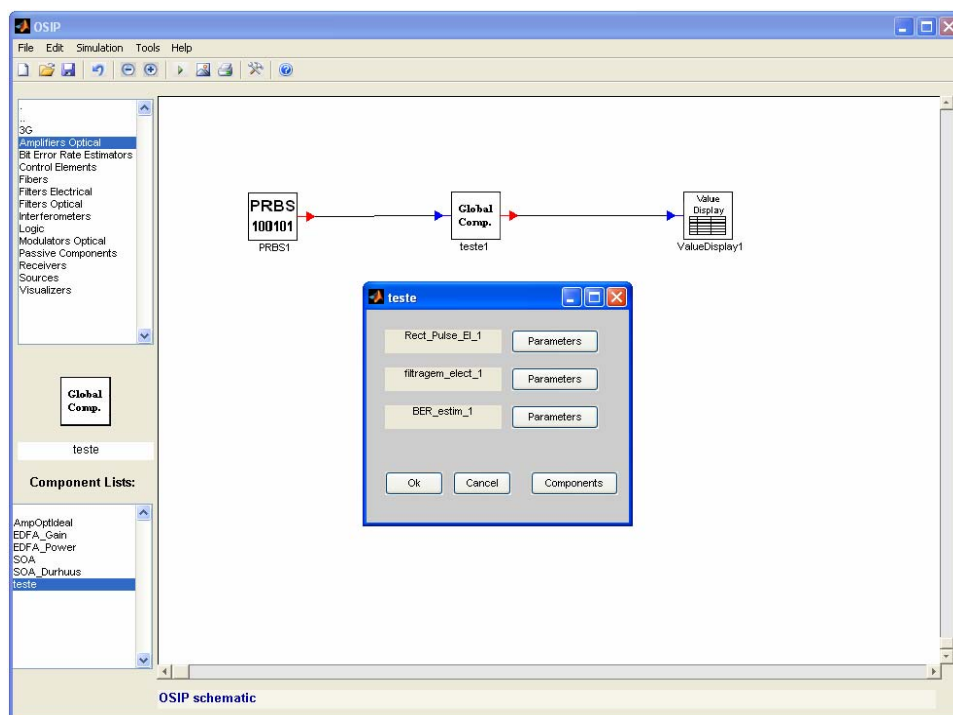
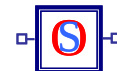


Figura 47- OSIP após a introdução do componente do exemplo.



Na figura anterior também se pode visualizar a janela de configuração de parâmetros do componente teste. Nesta estão incluídos 3 *Pushbutton's* (número de componentes agrupados) que conduzem à edição dos parâmetros do respectivo componente. Assim é possível alterar os parâmetros deste mesmo que este se encontre agrupado num componente. Nesta janela também é possível visualizar a forma de ligação entre os componentes agrupados com a edição do botão *Components*.

Nota: O componente criado anteriormente serve apenas para fins exemplificativos, pelo que não consta desta versão do OSIP.

Ainda de mencionar, como nota final deste subcapítulo, a possibilidade de voltar a agrupar componentes que são eles próprios um agrupamento, ou seja, é possível criar novos componentes que são grupos de componentes já agrupados. Desta forma é possível uma dinâmica de componentes hierarquizados, o que contribui bastante para a robustez do simulador.



Capítulo 7

Componentes

Neste capítulo são apresentados os componentes existentes no simulador, e que farão referência à estrutura de dados NUM, abaixo apresentada. A estrutura NUM contém os parâmetros de simulação utilizados:

NUM Valor por defeito dos parâmetros numéricos da simulação

BR	Bit Rate	[Gbit/s]
----	----------	----------

Fa	Frequência de amostragem	[Hz]
----	--------------------------	------

Fref	Frequência de referencia do sistema	[THz]
------	-------------------------------------	-------

NBITS	Nº de bits da sequencia de informação	
-------	---------------------------------------	--

Npts	Nº de pontos da sequencia de informação	
f	Vector de frequências cuja frequência central é a frequência de referencia do sistema.	[Hz]
t	Vector de tempo correspondente ao vector anterior	[s]

Outro aspecto presente em todos os componentes é a possibilidade de aceder à janela de configuração de parâmetros do componente, através do duplo clic sobre o ícone no esquemático. Assim é possível a alteração dos parâmetros que caracterizam ou representam o componente. É também possível alterar as opções dos portos do componente através da edição do botão *Ports Definitions* (ver capítulo 5 deste manual) e ainda aceder a ajudas sobre o componente, com a edição do botão *Help*, que remete o utilizador para uma pequena janela que mostra uma breve descrição sobre o componente, como a seguir se apresenta (na figura apresenta-se como exemplo o componente *eye_diagram*):

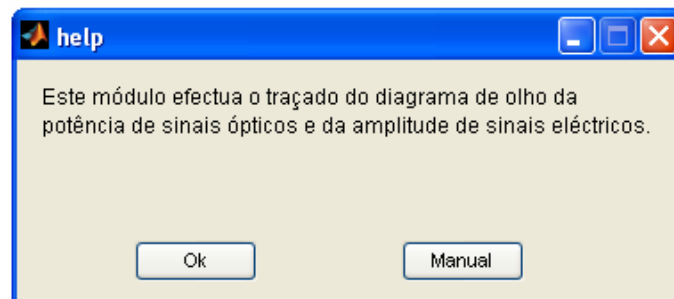


Figura 48- Imagem da opção Help na janela de configuração de parâmetros

Nesta janela ainda é possível ao utilizador aceder à página do *Help* do OSIP referente ao componente em questão, através da edição do botão *Manual*.



7.1.1 Ideal Optical Amplifier

Este módulo simula um amplificador óptico com ganho independente do comprimento de onda e com ruído de emissão espontânea amplificada (ASE).

O componente:
Contido no directório de selecção de componentes *Amplifiers Optical*:

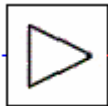


Figura 49- Imagem do componente Ideal Optical Amplifier

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico para ser amplificado
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída óptico amplificado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

Existem três modos de operação deste módulo:

Opções:	'Power'
	'Gain'
	'Saturation'
Valor por defeito	'Power'

Caso o modo de operação seja 'Power' temos:

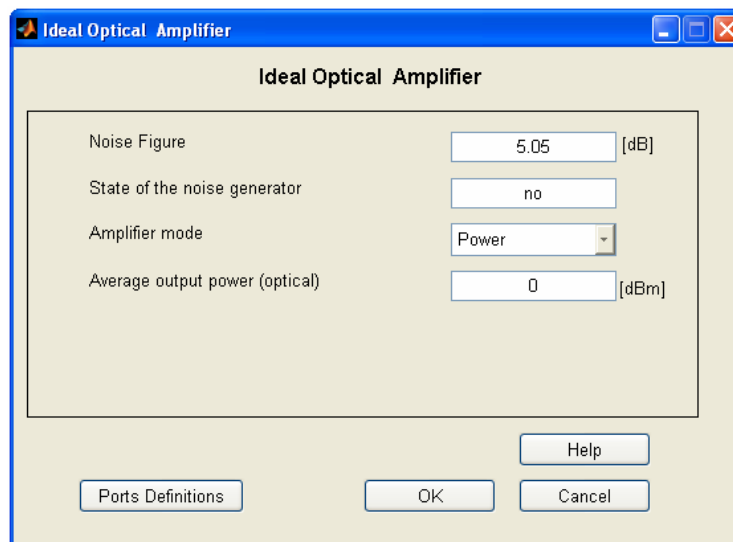


Figura 50- Janela de configuração dos parâmetros do Scope – Power

The noise figure of the amplifier – **Edit box** – permite introduzir a figura do ruído do amplificador.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	5.05 [dB]

State of the noise generator of the amplifier – **Edit box** – permite introduzir o estado do gerador de sequências aleatórias utilizadas para gerar o ruído do amplificador.

Opções:	'No'
	Valor inteiro positivo
Valor por defeito	'No'

The amplifier mode – **Popup menu** – permite seleccionar o modo de operação do amplificador. Neste caso é 'Power'.

Optical average power to the output – **Edit box** – permite introduzir a potência média óptica à saída do módulo.

Opções:	'[0,+∞['
Valor por defeito	0 [dBm]

Caso o modo de operação seja 'Gain' temos:

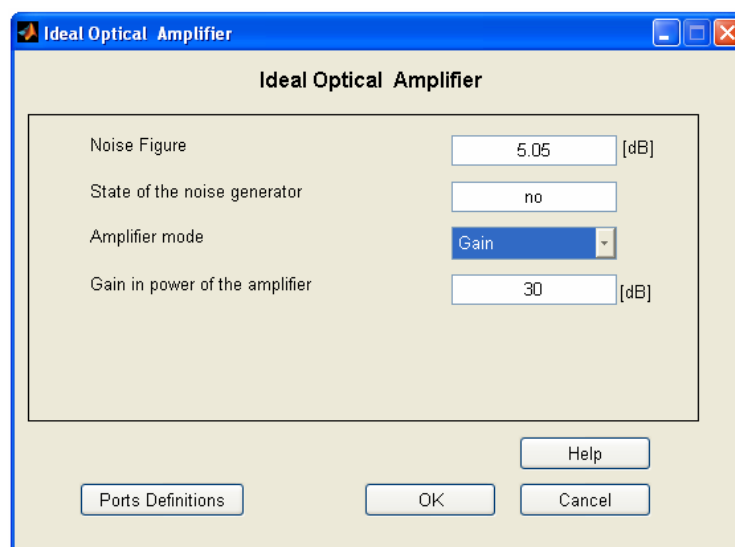


Figura 51- Janela de configuração dos parâmetros do Scope –Gain

Os dois primeiros campos são semelhantes ao anterior;

The amplifier mode – **Popup menu** – permite seleccionar o modo de operação do amplificador. Neste caso é '*Gain*'.

Gain in power of the amplifier – **Edit box** – permite introduzir o ganho em potência do amplificador.

Opções:	'[0,+∞['
Valor por defeito	30 [dB]

Caso o modo de operação seja '*Saturation*' temos:

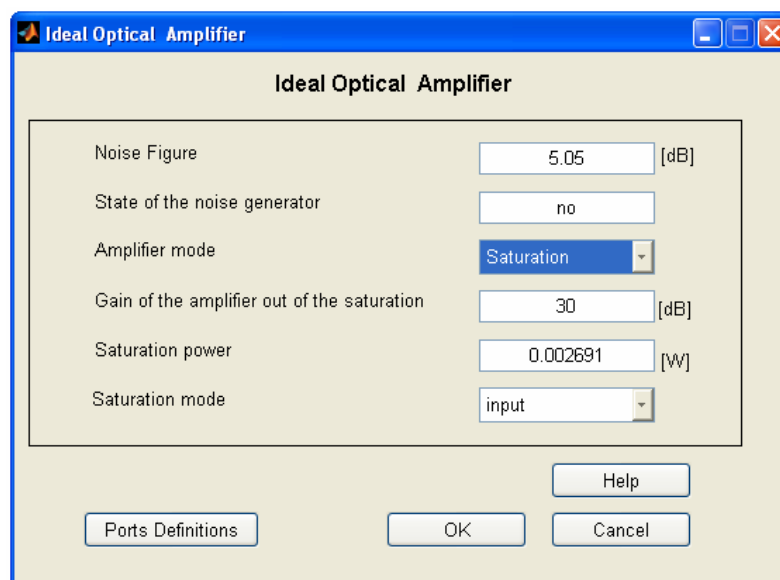
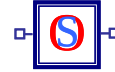


Figura 52- Janela de configuração dos parâmetros do Scope – Saturation

Os dois primeiros campos são semelhantes ao anterior;

The amplifier mode – **Popup menu** – permite seleccionar o modo de operação do amplificador. Neste caso é '*Saturation*'.

Gain of the amplifier out of the saturation – **Edit box** – permite introduzir o ganho do amplificador fora do estado de saturação.



Opções:	$[0, +\infty[$
Valor por defeito	30 [dB]

Power of the saturation of the amplifier - **Edit box** - permite introduzir a potência de saturação do amplificador. Esta é a potência para a qual o ganho de potência óptica do amplificador se reduz de um factor de 3 dB.

Opções:	$[0, +\infty[$, inteiro
Valor por defeito	$2.691e^{-3}$ [W]

Saturation mode - **Popup menu** - permite seleccionar o modo de saturação do amplificador. Distingue se a potência de saturação se refere à entrada ou à saída.

Opções:	'input'
	'output'
Valor por defeito	'input'

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

O Modelo Utilizado

O amplificador óptico pode funcionar em três modos:

Modo de Ganho: Neste modo define-se um ganho em potência para o amplificador, que é a relação entre a potência média de entrada e a potência média de saída.

Modo de Potência: Define-se uma potência média para a saída do amplificador, o ganho deste é então variável com o nível de sinal à entrada.

Modo de saturação: Neste modo (o mais próximo da realidade) o ganho do amplificador varia com a potência do sinal da seguinte forma:

$$\ln(G) = \ln(G_u) - \frac{P_{in}(G-1)}{P_{sat,intr}} \quad (1.)$$

Onde G_u é o ganho não saturado do amplificador, P_{in} é a potência média à entrada do amplificador, e $P_{sat,intr}$ a potência de saturação intrínseca. Quando a potência de saturação definida pelo utilizador (P_{sat}) é definida relativamente à entrada, a potência de saturação intrínseca é definida por:

$$P_{sat,intr} = P_{sat} \frac{G_u - 2}{2 \cdot \ln 2} \quad (2.)$$

Quando P_{sat} é definida relativamente à entrada, a potência de saturação intrínseca é definida por:

$$P_{sat,intr} = P_{sat} \frac{G_u - 2}{G_u \cdot \ln 2} \quad (3.)$$

O ruído dos amplificadores ópticos é essencialmente devido à ASE. É aproximado por WGN e a sua densidade espectral de potência (SPD) é dada por^[6]:

$$S_{ASE}(f) = h\nu n_{sp} [G(f) - 1] \quad (4.)$$

Onde h é a constante de Plank, ν a frequência óptica e n_{sp} o factor de emissão espontânea. Note-se que a expressão anterior implica que o amplificador óptico apenas permita a passagem de uma das polarizações.

Caso o batimento entre o ruído ASE e o sinal seja muito superior ao batimento do ruído ASE consigo próprio e com o ruído quântico, a figura de ruído de um amplificador óptico é dada aproximadamente por^[7]:

$$NF = 10 \cdot \log \left(\frac{2n_{sp}(G-1)}{G} + \frac{1}{G} \right) \quad (5.)$$

De onde se conclui que o factor de emissão espontânea é:

$$n_{sp} = \frac{10^{\frac{NF}{10}} \cdot G - 1}{2 \cdot (G - 1)} \quad (6.)$$

Ver também: SOA, EDFA.

7.1.2 EDFA_Gain

O componente EDFA (Gain) simula um EDFA – Amplificador de Fibra dopada a Érbio – sendo o ruído de emissão espontânea introduzido pelo amplificador adicionado ao sinal a amplificar. O ganho deste módulo é parâmetro a definir pelo utilizador.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Amplifiers Optical*:

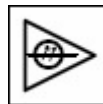


Figura 53- Imagem do componente EDFA_Gain

Entradas:

NUM

Parâmetros numéricos

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico para ser amplificado
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída óptico amplificado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

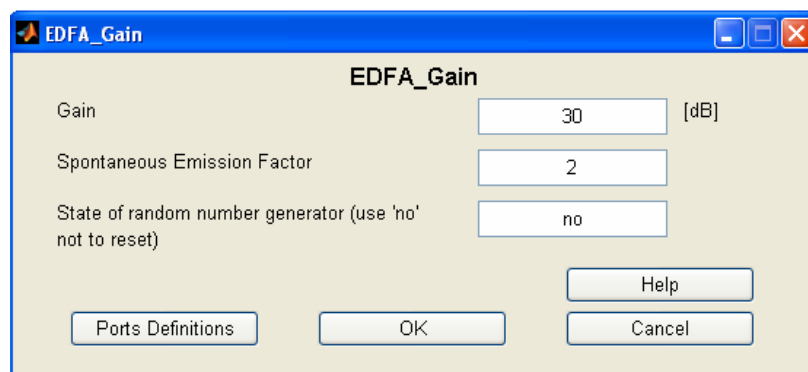
Parâmetros

Figura 54- Janela de configuração dos parâmetros do EDFA_Gain

Gain – **Edit box** – permite introduzir o ganho do amplificador.

Opções:	'[0,+∞['
Valor por defeito	30 [dB]

Spontaneous Emission Factor – **Edit box** – permite introduzir o factor de emissão espontânea do amplificador.

Opções:	'[0,+∞['
Valor por defeito	2

State of random number generator – **Edit box** – possibilidade de introdução de um número aleatório do estado do gerador (apenas usado na opção de montecarlo). Para o caso da opção 'no', esta funcionalidade não é usada.

Opções:	'[0,+∞['
Valor por defeito	no

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: EDFA_Power, Ideal Optical Amplifier, SOA.

7.1.3 EDFA_Power

O componente EDFA_Power simula um EDFA – Amplificador de Fibra dopada a Érbio – sendo o ruído de emissão espontânea introduzido pelo amplificador adicionado ao sinal a amplificar. A potência de saída deste módulo é parâmetro a definir pelo utilizador.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Amplifiers Optical*:

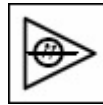


Figura 55- Imagem do componente EDFA_Gain

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico para ser amplificado
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída óptico amplificado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão

sinal_out.fsignal:

Frequência de referência do sinal

Parâmetros

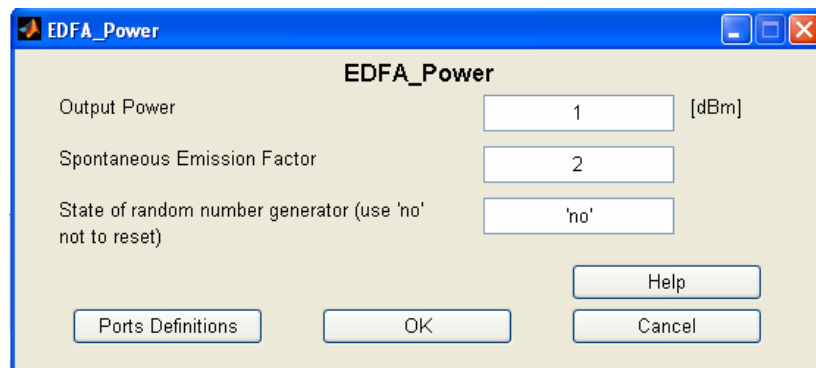


Figura 56- Janela de configuração dos parâmetros do EDFA_Gain

Output Power – **Edit box** – permite introduzir a potência de saída do EDFA.

Opções:	'[0,+∞['
Valor por defeito	1 [dBm]

Spontaneous Emission Factor – **Edit box** – permite introduzir o factor de emissão espontânea do amplificador.

Opções:	'[0,+∞['
Valor por defeito	2

State of random number generator – **Edit box** – possibilidade de introdução de um número aleatório do estado do gerador (apenas usado na opção de montecarlo). Para o caso da opção 'no', esta funcionalidade não é usada.

Opções:	'[0,+∞['
Valor por defeito	no

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.1.4 SOA

Este módulo simula um Amplificador Óptico de Semicondutor utilizando integração longitudinal semi-analítica. Esta aproximação é válida para impulsos muito mais pequenos que o tempo transitório da cavidade do SOA.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Optical Amplifiers*:



Figura 57- Imagem do componente SOA

Entradas:

NUM

Parâmetros numéricos

* Consultar início do capítulo (página 55)



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico para ser amplificado
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída óptico amplificado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

soa

SOA (one section / one rate equation model)

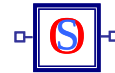
Injection current [0, 1]	0.15	[A]
Active layer length [0, 3e-3]	0.0005	[m]
Active layer width [0, 50e-6]	3e-006	[m]
Active layer thickness [0, 5e-6]	8e-008	[m]
Confinement Factor [0, 1]	0.15	
Loss coefficient [0, 5e4]	4000	[1/m]
Differential modal gain [0, 50e-20]	2.78e-020	[m ²]
Carrier density at the transparency [0, 5e25]	1.4e+024	[m ⁻³]
Linewidth enhancement factor [-20, 20]	5	
Linear recombination coef. A [0, 1e11]	1.43e+008	[1/s]
Bimolecular recombination coef. B [0, 1e-13]	1e-016	[m ³ /s]
Auger recombination coef. C [0, 1e-37]	3e-041	[m ⁶ /s]
Initial carrier density [0, 5e25]	3e+024	[m ⁻³]
# iterations of the Runge-Kutta algorithm	4000	

Figura 58- Janela de configuração dos parâmetros do SOA

Injection current – **Edit box** – permite introduzir a corrente de injeção do amplificador SOA.

Opções:	[0, 1]
Valor por defeito	$1.5e^{-1}$ [A]

Active layer length – **Edit box** – permite introduzir o tamanho da cavidade do amplificador SOA.



Opções:	$]0, 3e^{-3}]$
Valor por defeito	$5e^{-4} [m]$

Active layer Width – **Edit box** – permite introduzir a largura da camada activa amplificador SOA.

Opções:	$]0, 50e^{-6}]$
Valor por defeito	$3e^{-6} [m]$

Active layer Thickness – **Edit box** – permite introduzir a altura da camada activa do amplificador SOA.

Opções:	$]0, 5e^{-6}]$
Valor por defeito	$8e^{-8} [m]$

Confinement Factor – **Edit box** – permite introduzir o factor de confinamento da região activa do amplificador SOA.

Opções:	$]0, 1]$
Valor por defeito	$1.5e^{-1}$

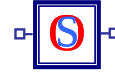
Losses coefficient – **Edit box** – permite introduzir as perdas do guia de ondas do amplificador SOA.

Opções:	$]0, 5e^4]$
Valor por defeito	$4000 [m^{-1}]$

Differential modal gain – **Edit box** – permite introduzir o ganho de modo diferencial do amplificador SOA.

Opções:	$]0, 50e^{-20}]$
Valor por defeito	$2.78e^{-20} [m^2]$

Carrier density at the transparency – **Edit box** – permite introduzir o ganho de modo diferencial do amplificador SOA.



Opções:	$]0, 5e^{25}]$
Valor por defeito	$1.4e^{24} [m^{-3}]$

Linewidth enhancement factor – **Edit box** – permite introduzir o factor de acoplamento do índice de refração relativamente ao ganho do amplificador SOA.

Opções:	$[-20, 20]$
Valor por defeito	5

Linear recombination coefficient A – **Edit box** – permite introduzir o coeficiente de recombinação A (linear) do amplificador SOA.

Opções:	$[0, 1e^{11}]$
Valor por defeito	$1.43e^{+8} [s^{-1}]$

Bimolecular recombination coefficient B – **Edit box** – permite introduzir o coeficiente de recombinação B (bimolecular) do amplificador SOA.

Opções:	$]0, 1e^{-13}]$
Valor por defeito	$1.e^{-16} [m^3/s]$

Auger recombination coefficient C – **Edit box** – permite introduzir o coeficiente de recombinação C do amplificador SOA.

Opções:	$]0, 1e^{-37}]$
Valor por defeito	$3e^{-41} [m^6/s]$

Initial carrier density – **Edit box** – permite introduzir a densidade de portadoras na iteração inicial do algoritmo *Runge-Kutta* do amplificador SOA.

Opções:	$]0, 5e^{25}]$
Valor por defeito	$3e^{24} [m^{-3}]$



Number of iterations of the algorithm Runge-Kutta - **Edit box** - permite introduzir o número de iterações do algoritmo *Runge-Kutta* do amplificador SOA.

Opções:	Valor inteiro positivo
Valor por defeito	4000

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Save Parameters Set - **Push button** - Permite guardar os parâmetros do componente num ficheiro .txt para posterior utilização.

Load Parameters Set - **Push button** - Permite restaurar os parâmetros do componente anteriormente guardados num ficheiro .txt.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

O Modelo Utilizado

Simula um Amplificador Óptico de Semicondutor utilizando integração longitudinal semi-analítica. Esta aproximação é válida para impulsos muito mais pequenos que o tempo transitório da cavidade do SOA^[8]. Para resolver a equação que determina a densidade de portadores é utilizado o método de Runge-Kutta de 4ª ordem.

As características de um amplificador real variam ao longo do seu comprimento, o modelo implementado efectua a média dessas características ao longo de todo o comprimento do SOA. Note-se que a dependência temporal do ganho causada pelos efeitos de saturação e a variação de fase (temporal)

devida à variação do índice de refração com o ganho (que varia com a potência) são incluídas neste modelo.

O meio que confere o ganho pode ser descrito pelo coeficiente de ganho do material $g(N)$ (por unidade de comprimento) que é dependente da densidade das portadoras - N , e é dado por:

$$g(N) = \frac{dg}{dN}(N - N_{tr}) \quad (1.)$$

N_{tr} é a densidade das portadoras no ponto de transparência e dg/dN é o ganho diferencial, que caracteriza o declive da dependência $g(N)$ - este módulo utiliza um valor constante de dg/dN .

O valor real de amplificação da onda óptica no amplificador é também determinado pelo factor de confinamento óptico - Γ , definido como a fracção da potência do modo contida na camada activa e pelo parâmetro de perdas no guia de onda por espalhamento (*scattering*) - α_s .

$$g_{tot}(N) = \Gamma \cdot g(N) - \alpha_s \quad (2.)$$

Onde $g_{tot}(N)$ é o coeficiente de ganho de rede. O ganho total $G(z)$ da onda óptica no ponto z do amplificador do SOA pode ser calculado de acordo com:

$$G(N, z) = e^{g_{tot}(N) \cdot z} = e^{(\Gamma \cdot g(N) - \alpha_s) \cdot z} \quad (3.)$$

Foi assumida uma densidade de portadora $N(z)$ constante ao longo do amplificador.

Da equação anterior a potência média da luz ao longo do amplificador pode ser descrita da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 P_{av} &= \frac{1}{L} \int_0^L P(N, z) \cdot dz = \frac{1}{L} \int_0^L P_{in} \cdot G(N, z) \cdot dz \\
 &= \frac{P_{in}}{L} \int_0^L e^{g_{tot}(N) \cdot z} \cdot dz = P_{in} \frac{e^{g_{tot}(N) \cdot L} - 1}{g_{tot}(N) \cdot L}
 \end{aligned} \tag{4.}$$

Onde P_{av} é uma função do tempo, uma vez que a potência de entrada do sinal e, conseqüentemente, a densidade de portadoras são dependentes do tempo. A equação dinâmica para a densidade de portadoras é dada por^[9]:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{I}{q \cdot V} - R(N) - \frac{\Gamma \cdot g(N) \cdot P_{av}(N, t) \cdot L}{V \cdot h \cdot f} \tag{5.}$$

Onde I é a corrente de injeção, q é a carga do electrão, $V=L \cdot w \cdot d$ é o volume da camada activa, o último termo da equação anterior descreve a depleção de portadoras devido à emissão estimulada. f é a frequência da luz e h é a constante de Plank. A taxa de recombinação $R(N)$ inclui a emissão espontânea e as transições não radiativas, em particular a recombinação de Auger^[10]:

$$R(N) = A \cdot N + B \cdot N^2 + C \cdot N^3 \tag{6.}$$

O campo óptico à saída do amplificador é dado por:

$$E_{out}(t) = E_{in}(t) e^{\frac{(1+j\alpha) \cdot \Gamma \cdot g(N(t)) \cdot L - \alpha_S \cdot L}{2}} \tag{7.}$$

Onde o factor de enriquecimento de linha α , reflecte o acoplamento entre o ganho e o índice de refração do meio.

Simulação do modelo concentrado do amplificador de semiconductor

De modo a simular o modelo de semiconductor óptico é necessário resolver (5.), esta equação não tem resolução analítica, por isso é necessário utilizar um método numérico. O método escolhido é o método Runge-Kutta, este permite resolver equações diferenciais do tipo:

$$\frac{dN}{dt} = f(N, t) \quad (9.)$$

Da qual se conhece a condição inicial $N(0) = N_0$. Supondo que N_k é o valor de N no instante t_k , o algoritmo Runge-Kutta utiliza este valor e calcula uma aproximação para N_{k+1} no instante seguinte $t_k + h$. O algoritmo utiliza uma média pesada de valores aproximados de $f(N, t)$ em n instantes dentro do intervalo $[t_k, t_k + h]$, em que n corresponde à ordem do algoritmo. No modulo efectuado utilizou-se ordem quatro ($n=4$), neste caso o valor de N_{k+1} é dado por:

$$N_{k+1} = N_k + \frac{h}{6}(k_1 + 2 \cdot k_2 + 2 \cdot k_3 + k_4) \quad (10.)$$

Com:

$$k_1 = f(N_k, t_k) \quad (11.)$$

$$k_2 = f\left(N_k + \frac{h}{2} \cdot k_1, t_k + \frac{h}{2}\right) \quad (12.)$$

$$k_3 = f\left(N_k + \frac{h}{2} \cdot k_2, t_k + \frac{h}{2}\right) \quad (13.)$$

$$k_4 = f(N_k + h \cdot k_3, t_k + h) \quad (14.)$$

Desta forma, iterativamente constrói-se um vector com os valores de $N(t)$. Quanto mais iterações se utilizarem no algoritmo, mais precisa será a aproximação, com a desvantagem deste se tornar mais lento.

Ver também: Ideal Optical Amplifier.



7.1.5 SOA_Durhuus

Este módulo simula um Amplificador Óptico de Semicondutor utilizando o modelo empírico de T. Durhuus. Esta aproximação é válida se se considerar o SOA como um conjunto de múltiplas secções.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Optical Amplifiers*:



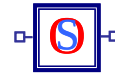
Figura 59- Imagem do componente SOA

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico para ser amplificado
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:



Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída óptico amplificado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

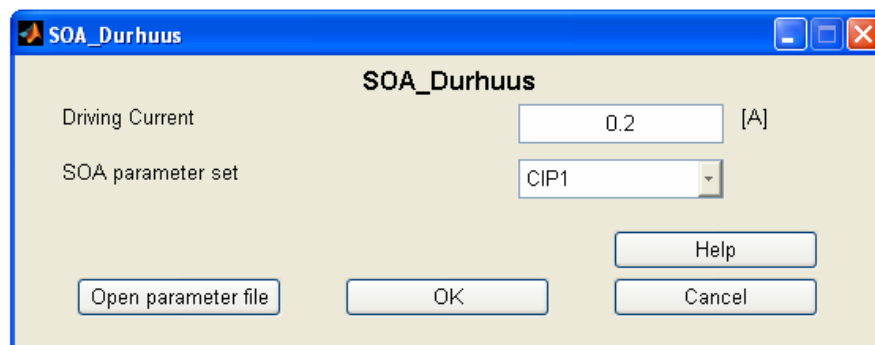


Figura 60- Janela de configuração dos parâmetros do SOA

Driving Current – **Edit box** – permite introduzir a corrente de injeção do amplificador SOA.

Opções:	[0, 1]
Valor por defeito	0.2 [A]

SOA Parameter set – **Popup menu** – permite escolher os diversos parâmetros que caracterizam o amplificador SOA, através da edição da m-file onde se podem configurar os parâmetros.

Opções:	CIP1
	CIP2
	CIP3
	Occhi
	Schares
	Shimada
Valor por defeito	CIP1

Open Parameter File – **Push button** – Permite editar o ficheiro (m-file) onde se pode configurar todos os parâmetros, para cada uma das opções escolhidas no menu anterior.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.2 *Bit Error Rate Estimators*

7.2.1 **BER Estimator**

Este módulo estima a probabilidade de erro de bit (BER) segundo uma aproximação Gaussiana.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Bit error Rate Estimators*:

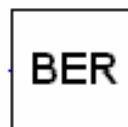


Figura 61- Imagem do componente BER Estimator

Entradas:

NUM

Parâmetros numéricos

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo eléctrico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Neste caso o sinal de saída apresenta dois resultados que são devolvidos respectivamente nos índices 1 e 2 da estrutura *sinal_out*

Sinal_out	Sinal de saída	- Probabilidade de erro de bit (BER) - Valor Q
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	x(1) = 'Q' e x(2) = 'BER'
	sinal_out.y:	y(1) = valor de Q e y(2) = valor de BER
	sinal_out.type:	Sinal do tipo valor/string
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

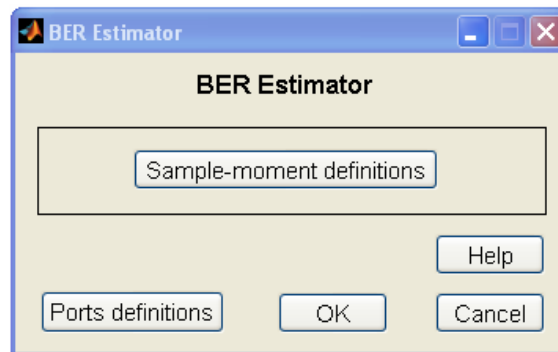


Figura 62- Janela de configuração dos parâmetros do BER Estimator

Sample-moment definitions - **Push button** - permite abrir a janela de configuração de parâmetros do *Sample-moment*. As configurações aí alteradas são apenas válidas para o componente *BER_estim*. Para outros componentes que usem o *Sample-moment* deve-se configurar novamente os parâmetros

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Modelo Utilizado

Uma variável Gaussiana é completamente descrita por dois parâmetros: a sua média (A) e a sua variância (σ^2) e a sua forma é dada por^[1]:

$$f(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(n-A)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

Esta aproximação supõe que todas as perturbações do sinal (ruídos) têm uma forma Gaussiana.

O algoritmo utilizado encontra o instante de óptimo, ou seja, aquele que maximiza o parâmetro Q ^[2]:

$$Q = \frac{A_1 - A_0}{\sigma_1 + \sigma_0} \quad (2)$$

Onde A_1 e A_0 são as médias dos '1's e dos '0's e σ_1 e σ_0 os seus desvios padrões.

7.2.2 BER Gauss Direct

Este módulo estima a probabilidade de erro de bit (BER) segundo uma aproximação Gaussiana de forma directa, ou seja, efectua o cálculo de BER usando o factor Q . O factor Q é calculado obtendo a média e a variância dos níveis directamente do sinal.

O componente:

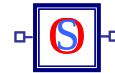
Contido no directório de selecção de componentes *Bit error Rate Estimators*:



Figura 63- Imagem do componente BER Gauss Direct

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo eléctrico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Neste caso o sinal de saída apresenta dois resultados que são devolvidos respectivamente nos índices 1 e 2 da estrutura *sinal_out*

Sinal_out	Sinal de saída	- Probabilidade de erro de bit (BER) - Valor Q
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	$x(1) = 'Q'$ e $x(2) = 'BER'$
	sinal_out.y:	$y(1) = \text{valor de Q}$ e $y(2) = \text{valor de BER}$
	sinal_out.type:	Sinal do tipo valor/string
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

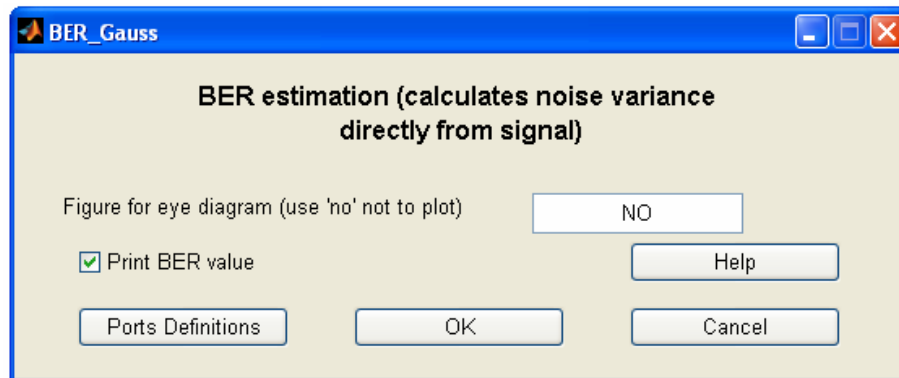


Figura 64- Janela de configuração dos parâmetros do BER Gauss Direct

Figure for eye diagram – **Edit box** – permite o número da figura para o diagrama de olho. Nota: na opção se 'NO', não será obtido o diagrama de olho.

Print BER Value – **Check box** – possibilita a impressão do valor calculado de BER, caso esteja seleccionado.

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Q_optimo, Q_calc, Q_eval, e BER Estimator.

7.3 Control Elements

7.3.1 Fork – signal splitter

Este componente efectua uma duplicação de um sinal de entrada para vários sinais de saída com mesmas características do sinal de entrada. O tipo dos portos do componente é automaticamente definido através de um dos seus parâmetros.



O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Control Elements*:

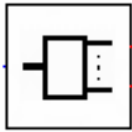


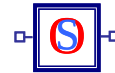
Figura 65- Imagem do componente Fork

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada de qualquer tipo
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Tipo de sinal (óptico, eléctrico, lógico ou string)
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:



Sinal_out	Sinal de saída	Sinais de saída do mesmo tipo do sinal de entrada
	Sinal_out	Sinal de entrada do componente
	sinal_out(i).x:	Sinal em x
	sinal_out(i).y:	Sinal em y
	sinal_out(i).type:	Tipo de sinal (óptico, eléctrico, lógico ou string)
	sinal_out(i).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out(i).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out(i).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out(i).fsignal:	Frequência de referência do sinal

i representa o nº de portos de saída replicados.

Parâmetros

Este componente apresenta os seguintes parâmetros.

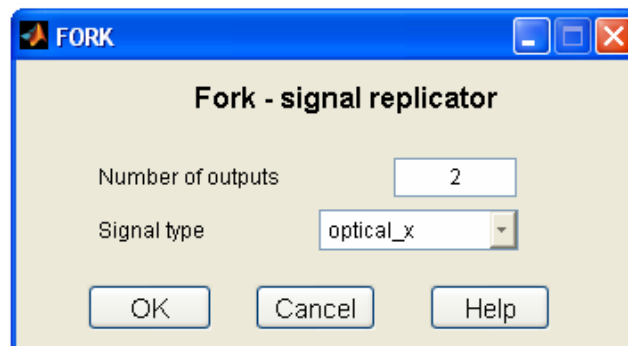


Figura 66- Janela de configuração dos parâmetros do Fork

Number of outputs - **Edit box** - permite indicar o número de saídas pretendidas no replicador.

Signal type - **Popup menu** - permite escolher o tipo de sinal dos portos (entrada e saída) do módulo.

Opções:	'optical_x'
	'optical_y'
	'optical_xy'
	'electrical_bb'
	'electrical_sc'
	'logical'
	'value'

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Term, Save to file, Save to worksapece, Ground.

7.3.2 Ground

Este módulo é um terminador para qualquer tipo de sinais para portos de entrada. Há que ter em atenção que o tipo dos portos tem que ser alterado manualmente na opção “*Ports Definitions*”.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes ***Control Elements:***

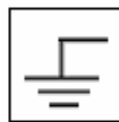


Figura 67- Imagem do componente Ground

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Para este componente a estrutura sinal à entrada encontra-se vazia!
----------	------------------	---

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída de qualquer tipo do tipo ground (array de zeros)
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Tipo de sinal (óptico, eléctrico, lógico ou string)
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

Neste componente não existem parâmetros.

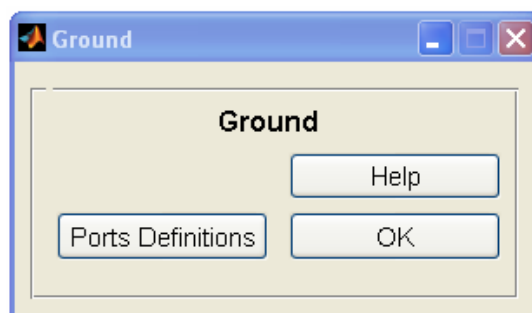


Figura 68- Janela de configuração dos parâmetros do Ground

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Fork, Term, Save to file, Save to workspace.

7.3.3 Save to file

Este módulo guarda os vários sinais de entrada em dois tipos de ficheiro, 'mat' e 'txt'. A escolha do formato é definida quando se editam os parâmetros do módulo. Por defeito o sinal é guardado em `c:\save_to_file.mat`, no entanto pode ser alterado para qualquer local do disco..

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Control Elements*:

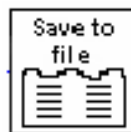


Figura 69- Imagem do componente Save to file

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos	
* Consultar início do capítulo (página 55)		



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada de qualquer tipo
	sinal_in(i)	Sinal de entrada do componente
	sinal_in(i).x:	Sinal em x
	sinal_in(i).y:	Sinal em y
	sinal_in(i).type:	Sinal de qualquer tipo (óptico, eléctrico, valor ou lógico)
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

i – porto de entrada numero i

Saída:

Neste caso para cada sinal de entrada i está associado um sinal de saída i do mesmo tipo.

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída de qualquer tipo
	sinal_out(i)	Sinal de saída do componente
	sinal_out(i).x:	Sinal em x
	sinal_out(i).y:	Sinal em y
	sinal_out(i).type:	Sinal de qualquer tipo (óptico, eléctrico, valor ou lógico)
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

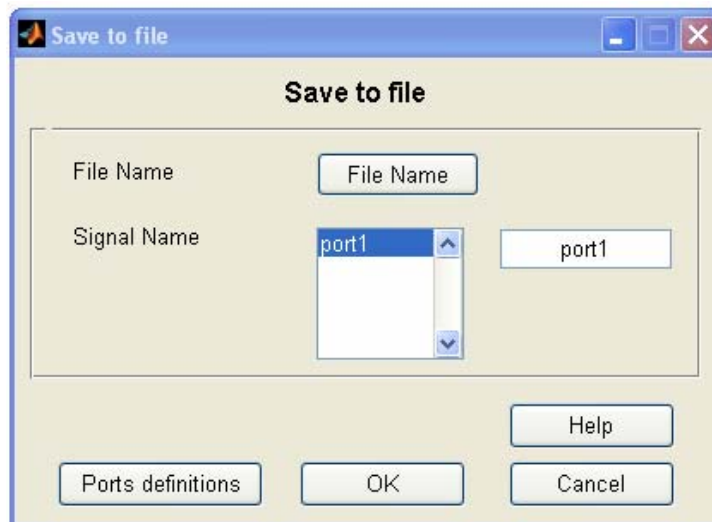


Figura 70- Janela de configuração dos parâmetros do Save to file

File name – **Push button** – permite especificar o nome e a localização do ficheiro onde será guardado o sinal. Por defeito o sinal é guardado em `c:\save_to_file.mat`.

Signal name – **List box** – permite seleccionar o porto de entrada e definir um nome para o porto que será o nome do sinal guardado no ficheiro. Para alterar o nome do porto/sinal basta seleccionar o respectivo campo no *List box* e alterar o nome no *Edit box*, premindo de seguida em *Enter*.

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Fork, Term, Save to worksapece, Ground.

7.3.4 Save to workspace

Este modulo guarda o sinal de entrada numa variável em workspace. Por defeito a variável é denominada *signal*, podendo ser alterada para outro nome, através da alteração dos parâmetros do componente.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Control Elements*:



Figura 71- Imagem do componente Save to workspace

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada de qualquer tipo
	sinal_in(i)	Sinal de entrada do componente
	sinal_in(i).x:	Sinal em x
	sinal_in(i).y:	Sinal em y
	sinal_in(i).type:	Sinal de qualquer tipo (óptico, eléctrico, valor ou lógico)
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

i – porto de entrada numero i

Saída:

Este componente não devolve sinal de saída.

Parâmetros

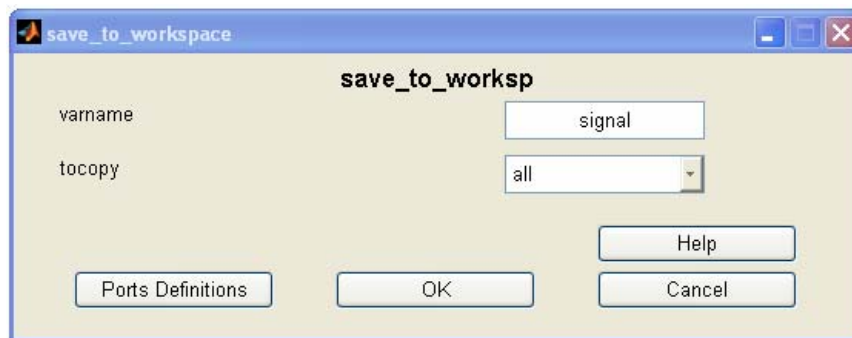


Figura 72- Janela de configuração dos parâmetros do Save to workspace

varname – **Edit box** – permite especificar o nome da variável que em que se pretende guardar o sinal, no workspace.

tocopy – **Popup menu** – permite seleccionar o tipo de polarização do sinal que se pretende salvar no workspace, ou seja, se se pretende salvar todo o sinal (opção *all*) ou se pelo contrario apenas parte deste (opções *x* ou *y*).

Opções:	'all'
	'x'
	'y'

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Fork, Term, Save to file, Ground.

7.3.5 Term – signal terminator

Este módulo é um terminador para qualquer tipo de sinais para portos de saída. Há que ter em atenção que o tipo dos portos tem que ser alterado manualmente pela opção “*Ports Definitions*”.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Control Elements*:

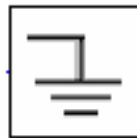


Figura 73- Imagem do componente Term

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada de qualquer tipo
	sinal_in	Sinal se entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Tipo de sinal (óptico, eléctrico, lógico ou string)
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Este componente não devolve sinal de saída.

Parâmetros

Este componente não apresenta parâmetros.

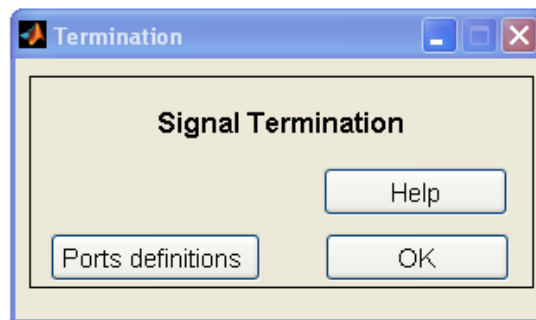


Figura 74- Janela de configuração dos parâmetros do Term

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Fork, Save to file, Save to worksapece, Ground.

7.4 *Fibers*

7.4.1 Fiber Linear

Este módulo simula a propagação de um sinal óptico ao longo de uma fibra que considera efeitos não lineares.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes ***Fibers:***

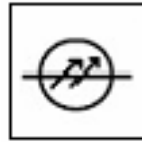


Figura 75- Imagem do componente Fiber Linear

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo óptico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída do tipo óptico
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

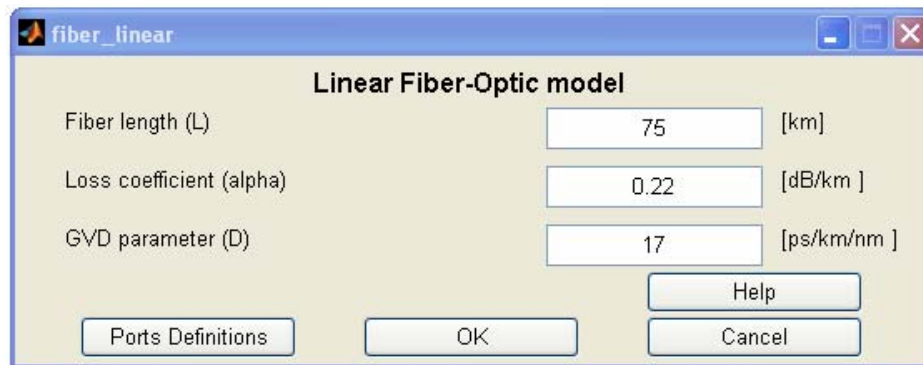


Figura 76- Janela de configuração dos parâmetros da Fibra Linear

Fiber length – **Edit box** – permite introduzir o comprimento total da fibra que se pretende simular.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	75 [km]

Loss coefficient – **Edit box** – permite introduzir a atenuação que o sinal sofre ao se propagar na fibra.

Opções:	[0, 10]
Valor por defeito	0.22 [dB/Km]

GVD parameter – **Edit box** – permite introduzir o coeficiente de dispersão cromática introduzido pela fibra.

Opções:	[-500, 500]
Valor por defeito	17 [ps/nm/Km]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

O Modelo Utilizado

O método utilizado para a propagação do sinal na fibra linear é um simples modelo de transformada de Fourier e a respectiva transformada inversa. Apenas é considerado a dispersão e a atenuação da fibra neste modelo.

Testes efectuados:

Para comparar o modelo de fibra linear da plataforma OSIP com a Plataforma VPI, usou-se um simples esquema de teste similar nas duas plataformas.

Os valores usados são os valores por defeito dos componentes à excepção das fibras cujos valores de atenuação, dispersão e comprimento devem coincidir.

Configurou-se o gerador de impulso rectangular para um sinal aleatório cuja probabilidade de '1s' é $\frac{1}{2}$.

A figura seguinte apresenta o esquemático da simulação no OSIP:

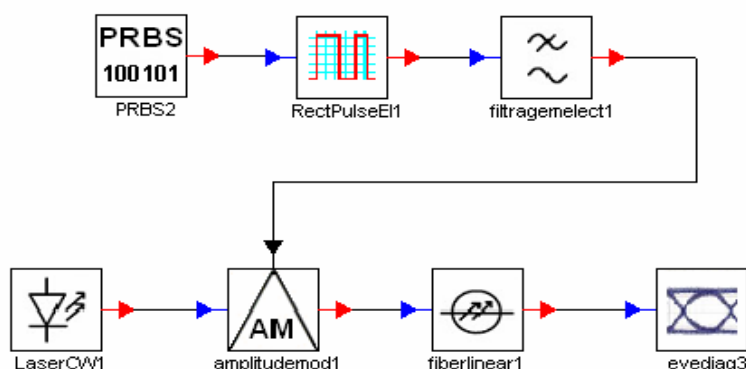


Figura 77- Esquemático da plataforma OSIP

A figura seguinte apresenta o esquemático da simulação no VPI®:

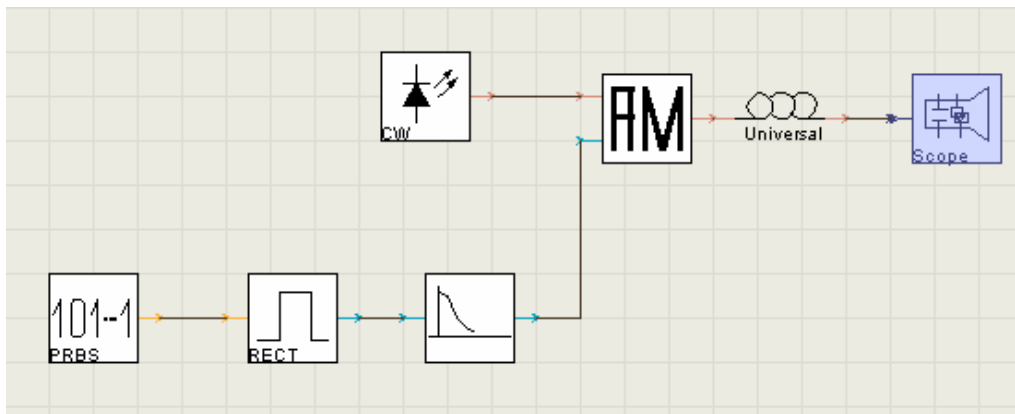


Figura 78- Esquemático da plataforma VPI®

Os resultados obtidos apresentam-se nas figuras seguintes:

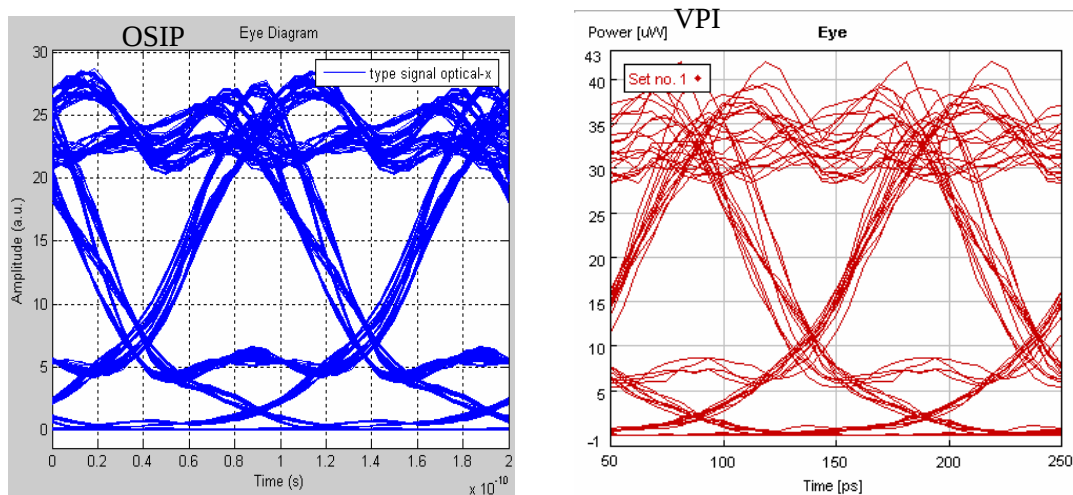


Figura 79- Sinal óptico à saída da fibra NLS com efeito da PMD

7.4.2 Fiber NLS

Este módulo simula a propagação de um sinal óptico ao longo de uma fibra que considera efeitos não lineares.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes ***Fibers:***



Figura 80- Imagem do componente Fiber NLS

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

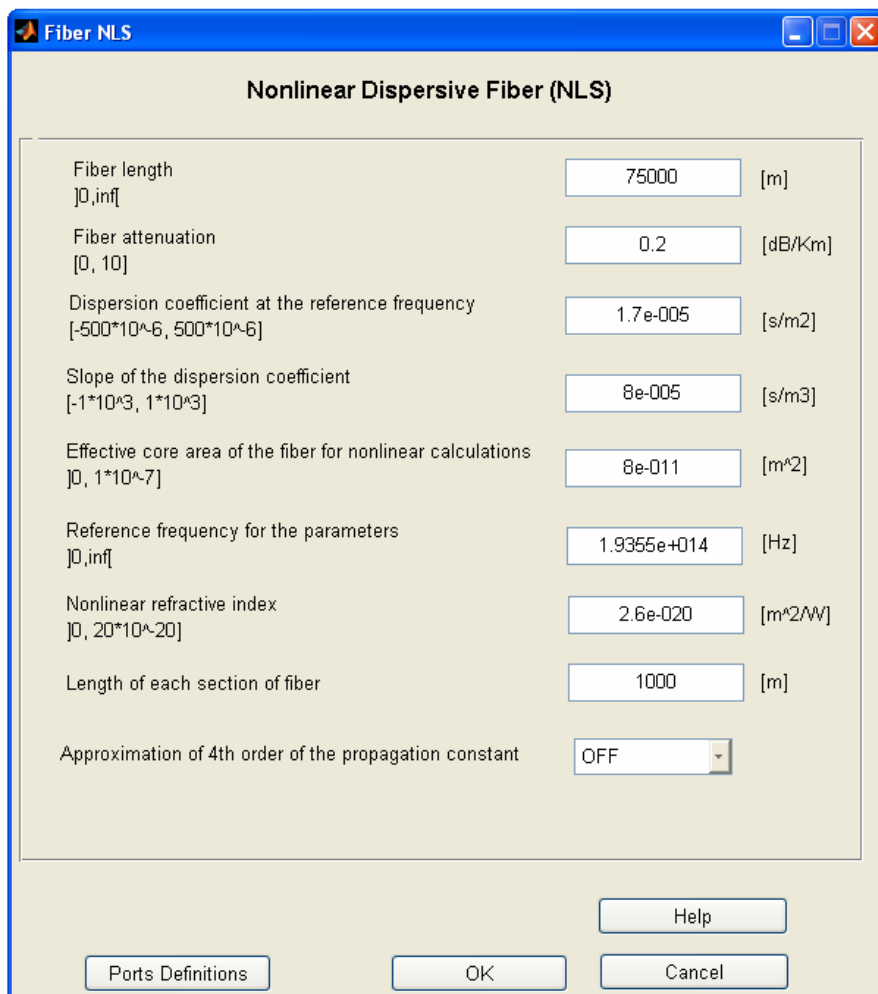
* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo óptico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída do tipo óptico
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros



Fiber NLS

Nonlinear Dispersive Fiber (NLS)

Fiber length
[0, inf[75000 [m]

Fiber attenuation
[0, 10] 0.2 [dB/Km]

Dispersion coefficient at the reference frequency
[-500*10⁻⁶, 500*10⁻⁶] 1.7e-005 [s/m²]

Slope of the dispersion coefficient
[-1*10⁻³, 1*10⁻³] 8e-005 [s/m³]

Effective core area of the fiber for nonlinear calculations
[0, 1*10⁻⁷] 8e-011 [m²]

Reference frequency for the parameters
[0, inf[1.9355e+014 [Hz]

Nonlinear refractive index
[0, 20*10⁻²⁰] 2.6e-020 [m²/W]

Length of each section of fiber 1000 [m]

Approximation of 4th order of the propagation constant OFF

Ports Definitions OK Cancel Help

Figura 81- Janela de configuração dos parâmetros da Fibra NLS

Fiber length – **Edit box** – permite introduzir o comprimento total da fibra que se pretende simular.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	75000 [m]

Fiber attenuation – **Edit box** – permite introduzir a atenuação que o sinal sofre ao se propagar na fibra.

Opções:	[0, 10]
Valor por defeito	0.2 [dB/Km]

Dispersion coefficient at the reference frequency – **Edit box** – permite introduzir o coeficiente de dispersão introduzido pela fibra.

Opções:	$[-500e^{-6}, 500e^6]$
Valor por defeito	$1.7e^{-5} \text{ [s/m}^2\text{]}$

Slope of the dispersion coefficient – **Edit box** – permite introduzir a derivada do coeficiente de dispersão introduzido pela fibra.

Opções:	$[-1e^3, 1e^3]$
Valor por defeito	$8e^{-5} \text{ [s/m}^3\text{]}$

Effective core area of the fiber for nonlinear calculations – **Edit box** – permite introduzir a área eficaz do núcleo da fibra.

Opções:	$]0, 1e^{-7}]$
Valor por defeito	$8e^{-11} \text{ [m}^2\text{]}$

Reference frequency for the parameters – **Edit box** – permite introduzir a frequência de referencia para os parâmetros.

Opções:	$]0, \infty[$
Valor por defeito	$1.9355e^{-14} \text{ [Hz]}$

Nonlinear refractive index – **Edit box** – permite introduzir o índice de refração não linear da fibra.

Opções:	$]0, 20e^{-20}]$
Valor por defeito	$2.6e^{-20} \text{ [m}^2\text{/W]}$



Length of each section of fiber – **Edit box** – permite introduzir o comprimento de cada secção da fibra utilizado pelo algoritmo.

Opções:	]0, fiber length]
Valor por defeito	1000 [m]

Approximation of 4th order of the propagation constant – **Popup menu** – permite escolher a aproximação de quarta ordem da constante de propagação.

Opções:	'OFF'	Off ou não presente
	'ON'	Calcula-se β_4 em função de 'D' e 'S'
	'Nº real'	Atribui-se um valor a β_4
Valor por defeito	'OFF'	

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

O Modelo Utilizado

A propagação de uma onda electromagnética em meios dispersivos não lineares é governada pelas equações de Maxwell. Utilizando algumas aproximações, tais como a parte não linear da polarização induzida ($\mathbf{P}_{NL}$) ser tratada como uma pequena perturbação sobre a parte linear ($\mathbf{P}_L$). Assume-se também que o campo óptico mantém a sua polarização ao longo da fibra, é ainda necessário que o sinal óptico seja quase monocromático, ou seja, que a largura do espectro $\Delta\omega$ seja muito menor que a frequência à qual o sinal está

centrado, w_0 . O resultado é conhecido como equação não linear de Schrödinger^[5]:

$$\frac{\partial A}{\partial z} + \beta_1 \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{i}{2} \beta_2 \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} - \frac{i}{6} \beta_3 \frac{\partial^3 A}{\partial t^3} + \frac{\alpha}{2} A = i\gamma |A|^2 A \quad (1.)$$

Onde A é o sinal que modula a portadora óptica (também conhecido por envelope), z é a distância percorrida até um determinado ponto na fibra, t o instante temporal.

Para deduzir (1.) utilizou-se a definição de transformada de *Fourier* utilizada por^[1]:

$$X(w) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \cdot e^{iwt} \cdot dt \quad (2.)$$

Esta definição de transformada de *Fourier* implica que $i = -j = -\sqrt{-1}$. Ao longo deste trabalho, utilizar-se-ão ambas as notações, de modo a manter a coerência com as referências utilizadas em cada ocasião, respeitando sempre a definição da transformada de *Fourier* utilizada na ocasião.

A equação de propagação (1.) é uma equação diferencial não linear que não conduz a soluções analíticas em todos os casos. Por esse motivo é necessário empregar um método numérico para a resolver. Os métodos numéricos existentes podem ser divididos em duas categorias:

- (a) Métodos de diferença finita.
- (b) Métodos pseudo-espectrais.

O método utilizado pertence à segunda categoria, uma vez que estes permitem melhorias relativamente aos primeiros de cerca de uma ordem de grandeza a nível de tempo de computação.

O algoritmo escolhido é o popular *split-step Fourier*, este permite grandes melhorias relativamente a outros devido à existência de algoritmos rápidos que permitem calcular a transformada de Fourier de tempo finito (FFT).

O método Split-step Fourier

Antes de apresentarmos o método de resolução da equação da propagação, resta-nos efectuar uma alteração na equação (4.), introduzindo uma variável T :

$$T = t - \beta_1 \cdot z \quad (3.)$$

Esta mudança de variável consiste em anular o atraso imposto pela fibra, ou seja pela velocidade a que a onda viaja. Para isso referenciamos o tempo a um sistema de eixos que se desloca na fibra à velocidade do impulso. A esta velocidade chama-se velocidade de grupo (v_g). Efectuando a mudança de variável obtemos:

$$\frac{\partial A}{\partial z} + \frac{i}{2} \beta_2 \frac{\partial^2 A}{\partial T^2} - \frac{i}{6} \beta_3 \frac{\partial^3 A}{\partial T^3} + \frac{\alpha}{2} A = i \gamma |A|^2 A \quad (4.)$$

Caso não se efectuasse a simplificação de referida, sempre que simulássemos o envio de informação pela fibra teríamos de aumentar os vectores de informação, de forma a não perdermos a informação (que sofreria um atraso proporcional ao comprimento da fibra).

Para simplificarmos um pouco mais a compreensão do algoritmo utilizado, introduziremos dois operadores:

$$\hat{D} = -\frac{i}{2} \beta_2 \frac{\partial^2}{\partial T^2} + \frac{i}{6} \beta_3 \frac{\partial^3}{\partial T^3} - \frac{\alpha}{2} \quad (5.)$$

$$\hat{N} = i\gamma |A|^2 \quad (6.)$$

$\hat{D}$ é um operador diferencial, que considera os efeitos da dispersão e da absorção num meio linear e $\hat{N}$ um operador não linear que governa os efeitos das não linearidades. Considerando (5.) e (6.), a equação (4.) pode ser escrita da forma seguinte:

$$\frac{\partial A}{\partial z} = (\hat{D} + \hat{N})A \quad (7.)$$

O grande problema da resolução da equação de propagação deve-se ao facto de que, ao mesmo tempo, actuam os efeitos da parte diferencial e da parte não linear. O método *split-step Fourier* lida com essa contrariedade utilizando uma simplificação que consiste em dividir a fibra em pequenas fracções, depois supõe que a propagação em cada uma dessas fracções se dá em primeiro sobre o efeito de $\hat{N}$ e depois sobre o efeito de $\hat{D}$.

Suponha-se então que se divide a fibra em K_p fracções, cada uma dessas fracções mede Δz ($z = K_p \cdot \Delta z$). Tomemos o sinal $A(T, z)$ à entrada de uma dessas fracções. No primeiro passo anulamos $\hat{D}$, nessa condição a resolução de (7.) é trivial, sendo o sinal à saída de desse troço:

$$A_{NL}(T, z + \Delta z) = e^{\Delta z \cdot \hat{N}} A(z, T) \quad (8.)$$

Este sinal vai agora atravessar novamente o mesmo troço, mas sofrendo somente o efeito de $\hat{D}$. O problema que se nos apresenta prende-se com a resolução do diferencial relativamente ao tempo, para simplificar o seu manejo atentemos na transformada de *Fourier* inversa de A :

$$A(z, T) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \tilde{A}(z, w) \cdot e^{-iwT} \cdot dw \quad (9.)$$

Caso derivemos em ambos os lados da expressão obtemos:

$$\frac{dA(z, T)}{dT} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \tilde{A}(z, w) \cdot \frac{d(e^{-iwT})}{dT} \cdot dw = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} (-iw \cdot \tilde{A}(z, w)) \cdot e^{-iwT} \cdot dw \quad (10.)$$

De (10.) verificamos que o operador $\frac{d}{dt}$ é substituído por $-iw$ quando se trabalha no domínio da frequência, desta forma o operador diferencial $\hat{D}$ é, no domínio da frequência:

$$\hat{D}(iw) = \frac{i}{2} \beta_2 w^2 + \frac{i}{6} \beta_3 w^3 - \frac{\alpha}{2} \quad (11.)$$

Com a simplificação anterior, a resolução da parte dispersiva da equação (7.) é semelhante à utilizada para os efeitos não lineares, logo, obtemos à saída do troço de fibra:

$$A(T, z + \Delta z) = F^{-1} \left\{ e^{\Delta z \hat{D}(iw)} F \left[A_{NL}(T, z + \Delta z) \right] \right\} \quad (12.)$$

Onde F e F^{-1} são, respectivamente, a transformada de *Fourier* e a sua transformada inversa.

Após resolvidos os passos (8.) e (11.) teremos o sinal à saída de um fragmento não linear dispersivo da fibra¹. O algoritmo utilizado vai depois efectuar K_p vezes estes dois passos. A aproximação utilizada é tanto mais rigorosa quanto mais pequenos forem os troços de fibra, claro que a diminuição de Δz conduz a um aumento do número de iterações do algoritmo, o que torna

¹ Convém recordar que a definição de transformada de *Fourier* utilizada implica que $i = -\sqrt{-1}$

o cálculo do sinal à saída da fibra algo lento, desse modo o comprimento dos fragmentos deve ser escolhido tendo em consideração estes dois condicionantes.

Testes

Para testarmos a funcionalidade deste módulo efectuámos a propagação de um solitão pela fibra. Nas condições referidas por [5] um solitão de segunda ordem deve atravessar a regenerando a sua forma em múltiplos de uma distância:

$$L_0 = \frac{\pi T_0^2}{2 \cdot |\beta_2|} \quad (13.)$$

Onde T_0 é metade do tempo em que a amplitude do solitão se mantém superior a $\sqrt{P_0} \cdot e^{-1}$.

Na figura seguinte apresentamos a evolução da forma de um solitão desde o início da fibra até uma distância igual a $2 \cdot L_0$, sendo $L_0 = 387$ Km.

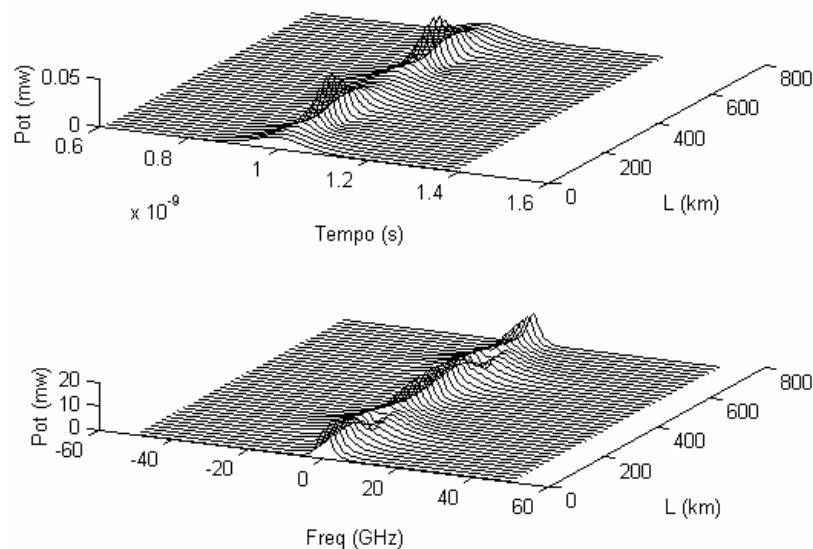


Figura 82- Variação temporal e na frequência de um solitão de ordem 2 ao atravessar uma fibra



7.4.3 Fiber NLS PMD

Este módulo simula a propagação de um sinal óptico ao longo de uma fibra que considera efeitos não lineares considerando o efeito de PMD de primeira ordem.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Fibers*:



Figura 83- imagem do componente Fiber NLS PMD

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo óptico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal



Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída do tipo óptico
sinal_out	sinal_out	Sinal de saída do componente
sinal_out.x:	sinal_out.x:	Sinal em x
sinal_out.y:	sinal_out.y:	Sinal em y
sinal_out.type:	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
sinal_out.noise_DSP:	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
sinal_out.bin:	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
sinal_out.bit_rate:	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
sinal_out.fsignal:	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros:

Fiber NLS PMD

PMD In Nonlinear Dispersive Fiber (NLS)

Fiber length

2000

[m]

Fiber attenuation
[0, 10]

0.2

[dB/Km]

Dispersion coefficient at the reference frequency
[-500*10⁻⁶, 500*10⁻⁶]

1.7e-005

[s/m²]

Slope of the dispersion coefficient
[-1*10⁻³, 1*10⁻³]

8e-005

[s/m³]

Effective core area of the fiber for nonlinear calculations
[0, 1*10⁻⁷]

8e-011

[m²]

Reference frequency for the parameters
[0,inf[

1.9355e+014

[Hz]

Nonlinear refractive index
[0, 20*10⁻²⁰]

2.6e-020

[m²/W]

Delta beta 1 Factor

3e-013

Mean phase change per step for nonlinear effects

15

[deg]

Mean step width for polarization scattering.

20

[m]

Approximation of 4th order of the propagation constant

OFF

Help

Ports Definitions

OK

Cancel

Figura 84- Janela de configuração dos parâmetros da Fibra NLS PMD

Fiber length – **Edit box** – permite introduzir o comprimento total da fibra que se pretende simular.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	75000 [m]

Fiber attenuation – **Edit box** – permite introduzir a atenuação que o sinal sofre ao se propagar na fibra.

Opções:	[0, 10]
Valor por defeito	0.2 [dB/Km]

Dispersion coefficient at the reference frequency – **Edit box** – permite introduzir o coeficiente de dispersão introduzido pela fibra.

Opções:	$[-500e^{-6}, 500e^6]$
Valor por defeito	$1.7e^{-5}$ [s/m ²]

Slope of the dispersion coefficient – **Edit box** – permite introduzir a derivada do coeficiente de dispersão introduzido pela fibra.

Opções:	$[-1e^3, 1e^3]$
Valor por defeito	$8e^{-5}$ [s/m ³]

Effective core area of the fiber for nonlinear calculations – **Edit box** – permite introduzir a área eficaz do núcleo da fibra.

Opções:	$]0, 1e^{-7}]$
Valor por defeito	$8e^{-11}$ [m ²]

Reference frequency for the parameters – **Edit box** – permite introduzir a frequência de referencia para os parâmetros.

Opções:	$]0, \infty[$
Valor por defeito	$1.9355e^{-14}$ [Hz]

Nonlinear refractive index – **Edit box** – permite introduzir o índice de refração não linear da fibra.

Opções:	$]0, 20e^{-20}]$
Valor por defeito	$2.6e^{-20}$ [m ² /W]

Delta beta 1 Factor – **Edit box** – permite introduzir o valor da variação de beta 1 (diferença do inverso da velocidade de grupo entre o sinal que se propaga no eixo lento e no eixo rápido)

Opções:	$]0, \infty]$
Valor por defeito	$3e^{-13}$

Mean phase change per step for nonlinear effects – **Edit box** – Média da variação da fase por cada step para os efeitos não lineares.

Opções:	$]0, \infty]$
Valor por defeito	15 [deg]

Mean step width for polarization scattering – **Edit box** – Média do comprimento do *step* para o espalhamento da polarização.

Opções:	$]0, \infty]$
Valor por defeito	20 [m]

Approximation of 4th order of the propagation constant – **Popup menu** – permite escolher a aproximação de quarta ordem da constante de propagação.

Opções:	'OFF'	Off ou não presente
	'ON'	Calcula-se β_4 em função de 'D' e 'S'
	'Nº real'	Atribui-se um valor a β_4
Valor por defeito	'OFF'	

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

O Modelo Utilizado

O método utilizado para a propagação do sinal na fibra é igual ao método utilizado no caso da fibra NLS, com a diferença que o sinal óptico ao fim de cada troço é rodado de um ângulo segundo o método descrito em anexo^[18].

Testes efectuados:

Para comparar os modelos de PMD da plataforma OSIP com a Plataforma VPI, devemos ter em atenção que no VPI é usado DGD [$s/\sqrt{Km}$] e no OSIP é usado o factor DeltaBeta1 [s/m].

Assim para o VPI o valor usado foi de $2.24e-12 s/\sqrt{Km}$ para o DGD e no OSIP utilizou-se o valor $7e-13 s/m$ para o DeltaBeta1.

No VPI e no OSIP os *steps* de fibra tinham um valor médio de 20 m e o valor médio da fase de 14 [deg].

A fibra tinha um comprimento de 2 Km para as duas plataformas.

Configurou-se o gerador de impulso rectangular para um sinal situado entre 0.5 e 1 V.

A figura seguinte apresenta o esquemático da simulação no OSIP:

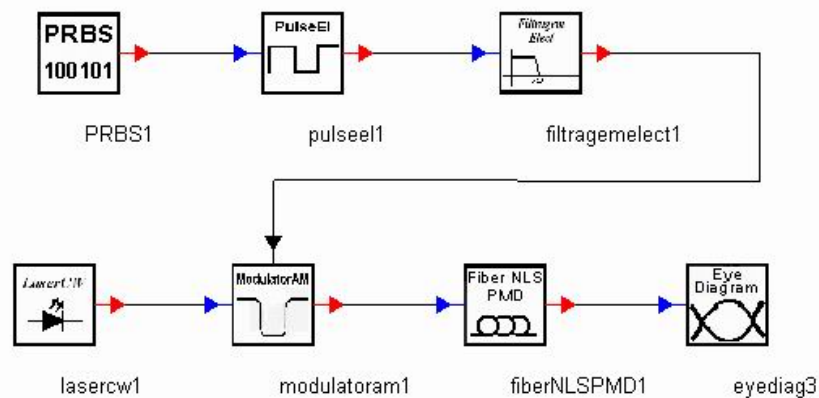


Figura 85- Esquemático da plataforma OSIP

A figura seguinte apresenta o esquemático da simulação no VPI®:

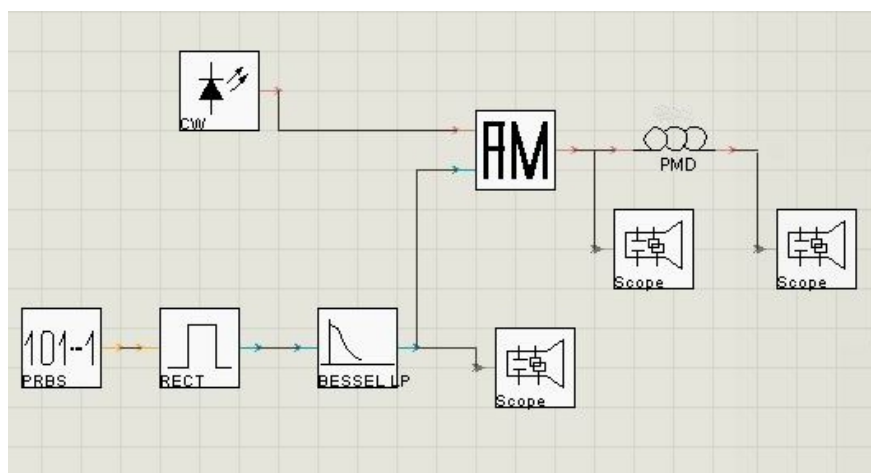


Figura 86- Esquemático da plataforma VPI®

Os resultados obtidos apresentam-se nas figuras seguintes:

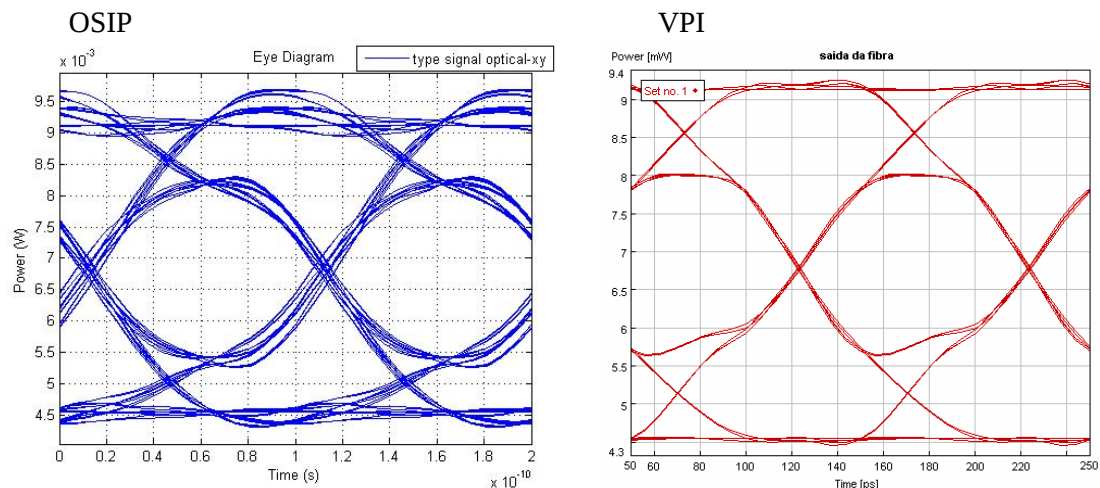


Figura 87- Sinal óptico à saída da fibra NLS com efeito da PMD

7.5 Filters Electrical

7.5.1 Equalizador ideal

Este módulo efectua a compensação ideal da dispersão de um sinal OSSB que tenha viajado numa fibra, após detecção directa.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Filters Electrical*:



Figura 88- Imagem do componente Equalizador ideal SSB

Entradas:

NUM

Parâmetros numéricos

* Consultar início do capítulo (página 55)



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal eléctrico a compensar
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal eléctrico compensado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros:

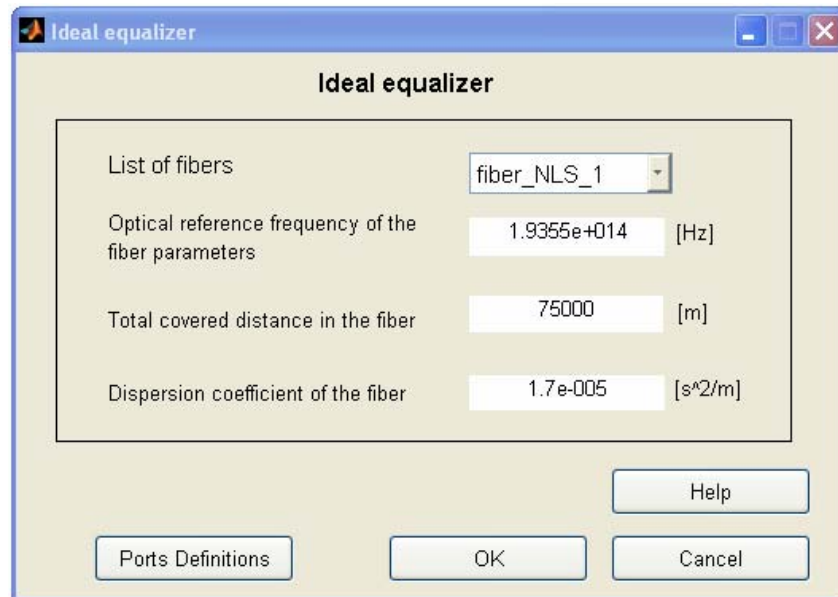


Figura 89- Janela de configuração dos parâmetros do Equalizador ideal SSB

– Estes parâmetros são introduzidos por defeito de um componente fibra existente na área de desenho. Esta fibra é escolhida no parâmetro:

List of fibers – **Popup menu** – permite escolher a fibra que se pretende compensar na área de desenho.

Opções: | 'Fiber_NLS' existentes na área de desenho

Optical reference frequency of the fiber parameters – **Text box** – permite visualizar a frequência de referência óptica da fibra

Opções:	[NUM.fref - NUM.fa ; NUM.fref + NUM.fa]
Valor	
defeito	

por 193.55e12 [Hz] (NUM.fref)

Total covered distance in the fiber – **Text box** – permite visualizar a distância de fibra total percorrida.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	75000 [m]

Dispersion coefficient of the fiber - **Text box** - permite visualizar o coeficiente de dispersão da fibra.

Opções:	
Valor por defeito	1.7e-5 [s ² /m]

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

O Modelo Utilizado

Tendo em conta a expressão do sinal OSSB recebido e a função de transferência de uma fibra dispersiva (sem não linearidades), a função de transferência do filtro de compensação deverá ser^[4]:

$$H_{\text{filtSSB}}(f) = \begin{cases} e^{\frac{i\pi DL\lambda^2 f^2}{c}}, & f \geq 0 \\ e^{\frac{-i\pi DL\lambda^2 f^2}{c}}, & f < 0 \end{cases} \quad (1)$$

Note-se que este filtro não anula os efeitos da dispersão nos termos de ordem superior à primeira devido à recepção. Também não contempla a dispersão de segunda ordem; além disso convém notar que a expressão do sinal SSB utilizada para a dedução desta função de transferência não considera os termos de segunda ordem e superiores causados pela emissão SSB.

Na figura seguinte ilustra-se a resposta em frequência do filtro *Equalizador_ideal* (nesta figura utilizou-se a definição de FT do Matlab®).

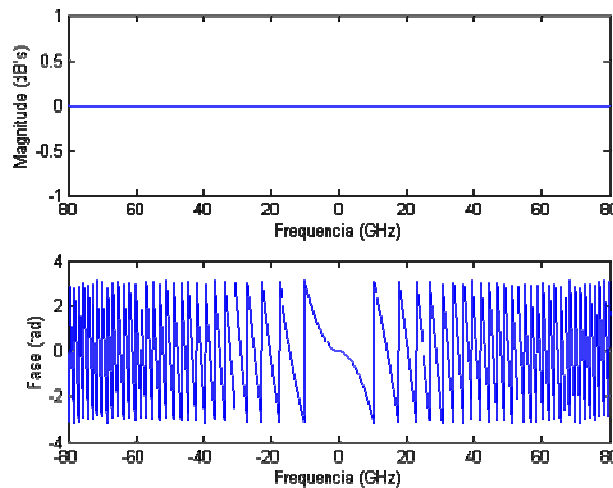


Figura 90- Resposta na frequência do filtro de compensação ideal da dispersão da fibra, para $D=16 \times 10^{-6}$, $L=75\text{Km}$ e $\lambda=1550\text{ nm}$

A função de transferência deste filtro é semelhante à da fibra, com a diferença de que a fase nas frequências positivas é simétrica.

Ver também: Equalizador ideal DSB, Equalizador microstrip, Equalizador transversal.

7.5.2 Equalizador ideal DSB

Este módulo efectua a compensação ideal da dispersão introduzida num sinal óptico Double SideBand após este ter viajado na fibra, no domínio eléctrico, isto é, o sinal de entrada desta função deve ser um sinal eléctrico resultante da detecção do sinal óptico.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Filters Electrical*:



Figura 91- Imagem do componente Equalizador ideal DSB

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal eléctrico a compensar
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal eléctrico compensado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

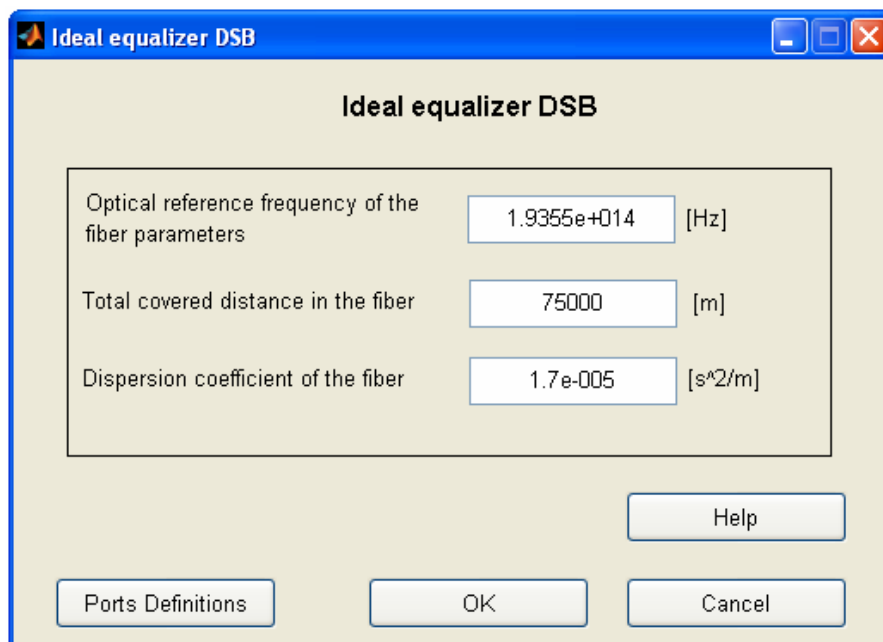


Figura 92- Janela de configuração dos parâmetros do Equalizador ideal DSB

Optical reference frequency of the fiber parameters - **Edit box** - permite escolher a frequência de referência óptica utilizada na fibra

Opções:	[NUM.fref - NUM.fa ; NUM.fref + NUM.fa]
Valor por defeito	193.55e12 [Hz]

Total covered distance in the fiber - **Edit box** - permite escolher a distância de fibra total percorrida.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	75000 [m]

Dispersion coefficient of the fiber - **Edit box** - permite indicar o coeficiente de dispersão da fibra.

Opções:	
Valor por defeito	1.7e-5 [s ² /m]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Equalizador ideal, Equalizador microstrip, Equalizador transversal.

7.5.3 Equalizador microstrip

Este módulo efectua a compensação de dispersão introduzida num sinal OSSB por determinado comprimento de fibra óptica, no domínio eléctrico, utilizando uma linha de *microstrip* de comprimento adequado. Assim, é necessário que o sinal óptico tenha sido detectado.

As características da *microstrip* a utilizar dependem do ritmo de transmissão do sinal em questão.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes ***Filters Electrical:***

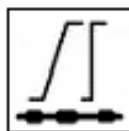


Figura 93- Imagem do componente Equalizador microstrip

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal eléctrico a compensar
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal eléctrico compensado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

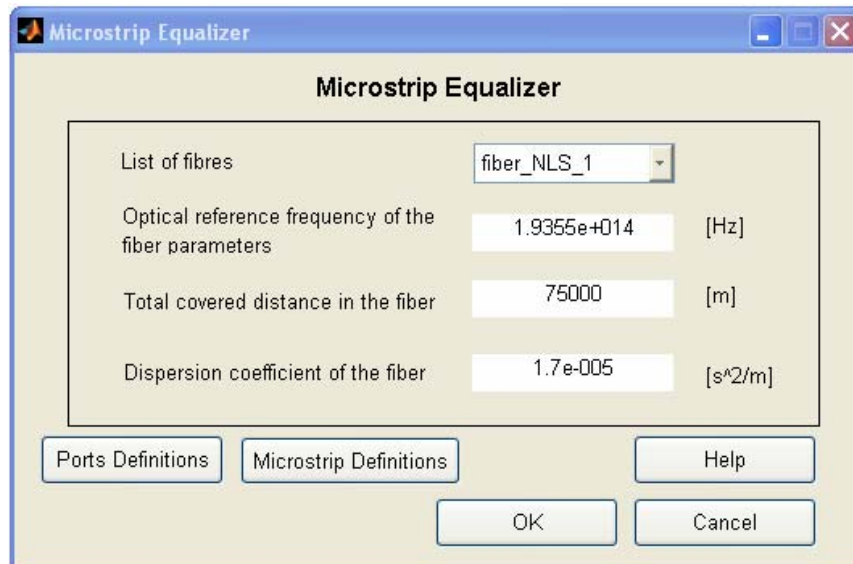


Figura 94- Janela de configuração dos parâmetros do Equalizador microstrip

- Estes parâmetros são introduzidos por defeito de um componente fibra existente na área de desenho.

List of fibers - **Popup menu** - permite escolher a fibra que se pretende compensar na área de desenho.

Opções: | 'Fiber_NLS' existentes na área de desenho

Optical reference frequency of the fiber parameters - **Text box** - permite visualizar a frequência de referência óptica utilizada na fibra.

Opções: | [NUM.fref - NUM.fa ; NUM.fref + NUM.fa]
Valor por defeito | 193.55e12 [Hz]

Total covered distance in the fiber - **Text box** - permite visualizar a distância de fibra total percorrida.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	75000 [m]

Dispersion coefficient of the fiber - **Text box** - permite visualizar o coeficiente de dispersão da fibra.

Opções:	
Valor por defeito	1.7e-5 [s ² /m]

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Microstrip Definitions - **Push button** - Permite editar as opções da linha microstrip usada para compensar a fibra.

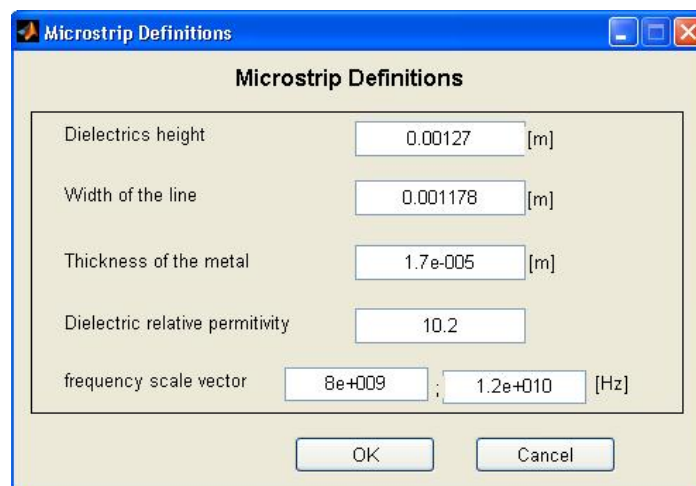


Figura 95- Janela de configuração dos parâmetros do módulo microstrip

Dielectrics height - **Edit box** - permite introduzir a altura do dielétrico.



Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0.00127 [m]

Width of the line – **Edit box** – permite introduzir a largura da linha.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0.001178 [m]

Thickness of the metal – **Edit box** – permite introduzir a espessura do metal da linha.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	17×10^{-4} [m]

Dielectric relative permittivity – **Edit box** – permite indicar a permitividade relativa do dielétrico.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	10.2

Frequency scale vector – **Edit box** – permite indicar o valor inicial e o valor final do vector com a gama de frequências pretendida (este vector é gerado automaticamente).

Opções:	[1e ⁹ 1e ¹¹]	
Valores por defeito	8e ⁹ [Hz]	12e ⁹ [Hz]

- Características da *microstrip*:

$$oBR = 10e9$$

$$w_h = 0.928$$

$$h = 1270 \times 10^{-6}$$

$$w = w_h \cdot h$$

$$t = 17 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{eps} = 10.20$$

$$\text{oBR} = 40\text{e}9$$

$$w_h = 0.9043$$

$$h = 254 \cdot 10^{-6}$$

$$w = w_h \cdot h$$

$$t = 17 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{eps} = 10.20$$

Ver também: Equalizador Ideal, Equalizador Ideal DSB, Equalizador Transversal, Microstrip.

7.5.4 Equalizador transversal

Este módulo efectua a compensação de dispersão introduzida num sinal por determinado comprimento de fibra óptica, no domínio eléctrico, utilizando um filtro transversal adaptativo que faz uso do algoritmo '*simplex*' por análise do factor Q. Assim, é necessário que o sinal óptico tenha sido detectado.

Esta função grava os coeficientes óptimos do filtro no ficheiro 'coef_opt'.

Se, aquando da invocação da função existir um ficheiro 'coef_opt', os coeficientes iniciais do filtro adaptativo serão esses em detrimento dos pré-definidos.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes ***Filters Electrical:***

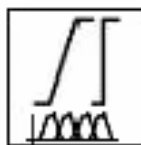


Figura 96- Imagem do componente Equalizador Transversal

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal eléctrico a compensar
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal eléctrico compensado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

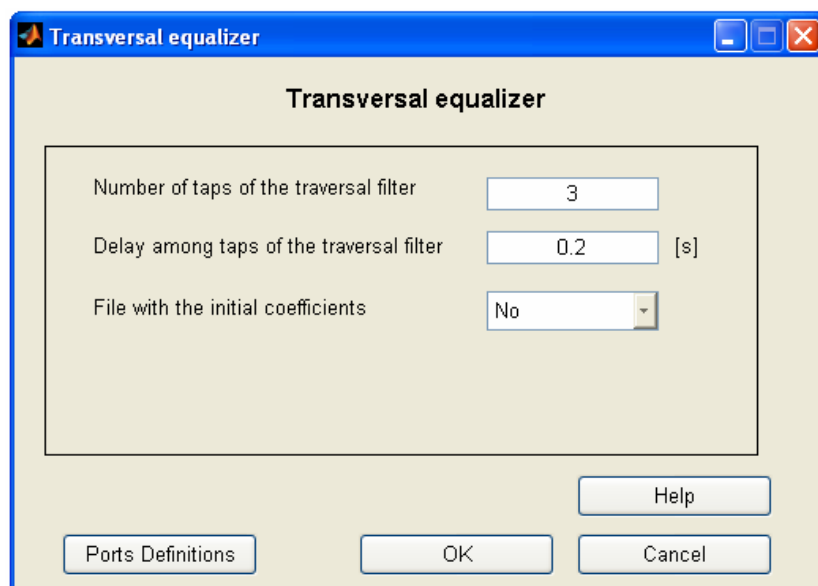


Figura 97- Janela de configuração dos parâmetros do Equalizador transversal.

Number of taps of the transversal filter – **Edit box** – permite escolher o número de andares do filtro transversal.

Opções:	Numero inteiro positivo
Valor por defeito	3

Delay among taps of the transversal filter – **Edit box** – permite escolher o atraso entre os andares do filtro transversal.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0.2 [s]

File with the initial coefficients – **Edit box** – permite escolher o ficheiro com os coeficientes iniciais do filtro.

Opções:	'No'
	'Yes'
Valor por defeito	'No'

Caso a opção seja 'Yes', a janela de configuração fica:

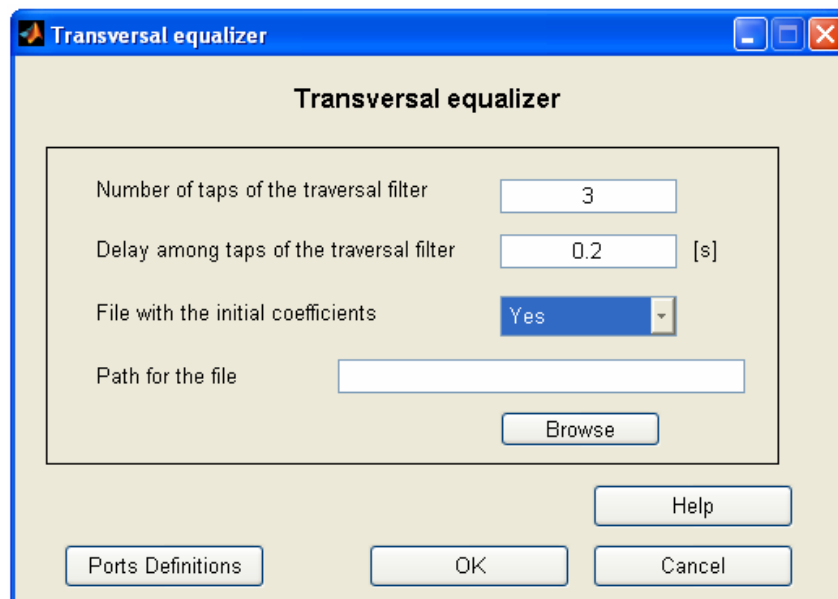


Figura 98- Janela de configuração dos parâmetros do Equalizador transversal. – ficheiro com coeficientes.

Path for the file – **Edit box** – permite indicar o caminho onde se encontra o ficheiro com os coeficientes iniciais.

Browse – **Push button** – Permite escolher o ficheiro com os coeficientes iniciais de uma forma gráfica.

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.



Ver também: Equalizador Ideal, Equalizador Microstrip, Equalizador ideal DSB, Simplex.

7.5.5 Electrical filtering

Efectua filtragem passa-baixo de um sinal eléctrico segundo vários métodos. Pode também imprimir um gráfico com a função de transferência do filtro pretendido.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Filters Electrical*:



Figura 99- Imagem do componente Electrical Filtering

Entrada:

NUM

Parâmetros numéricos

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal eléctrico que se pretende filtrar
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal eléctrico filtrado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

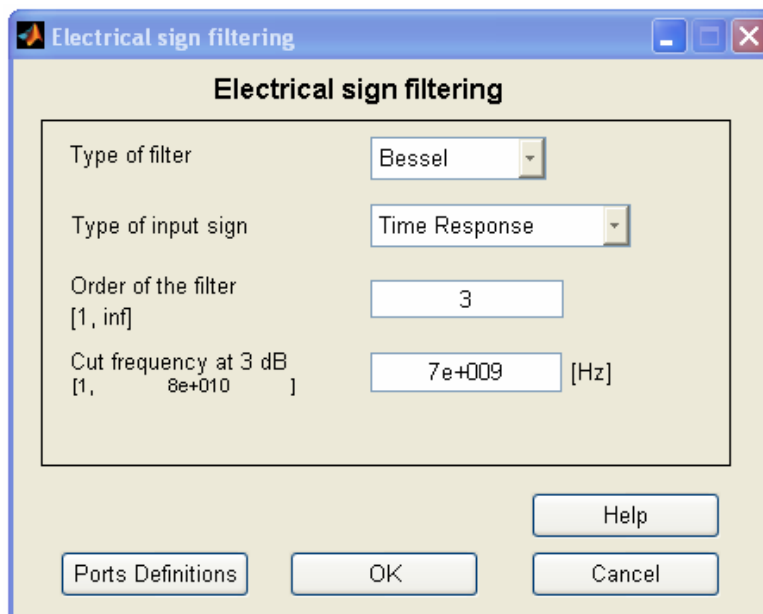
Parâmetros

Figura 100- Parâmetros do Electrical filtering com filtro do tipo Bessel

Type of filter – **Popup menu** – permite escolher o tipo do filtro que se vai aplicar ao sinal eléctrico.

Opções:	'butter'	Filtro de Butterworth
	'bessel'	Filtro de Bessel
	'cheby1'	Filtro de Chebyshev do tipo I
	'cheby2'	Filtro de Chebyshev do tipo II
	'rectangular'	Filtro ideal
Valor por defeito	'bessel'	

Type of input signal – **Popup menu** – permite escolher o tipo de sinal. Se a opção for 'Frequency response', desenha a resposta em frequência do filtro em questão em fase e magnitude.

Opções:	'Time response'
	'Frequency response'
Valor por defeito	'Time response'

Order of the filter – **Edit box** – permite indicar a ordem do filtro escolhido.

Opções:	$[1, \infty[$ inteiro positivo
Valor por defeito	3

Cut frequency at 3dB – **Edit box** – permite indicar a frequência de corte a 3dB do filtro.

Opções:	$[1, \text{NUM.f}/2[$
Valor por defeito	7e^9 [Hz]

Se no campo *Type of filter* o filtro seleccionado for 'cheby1' ou 'cheby2', ou seja, se tenha seleccionado o Filtro de Chebyshev (tipo I ou II), então aparecerá um novo campo na figura:

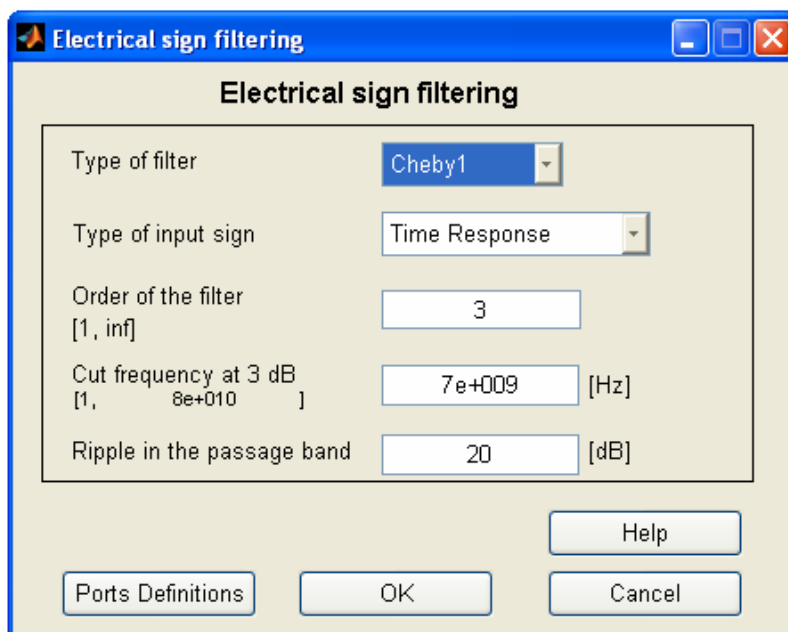


Figura 101- Parâmetros do Electrical filtering com filtro do tipo Chebyshev do tipo I

Ripple in the passage band - **Edit box** - permite indicar o *Ripple* na banda de passagem do filtro.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	20 [dB]

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.5.6 Hybrid Coupler

Efectuou-se uma medição da resposta em frequência de um acoplador híbrido (HC) da Agilent (modelo 87310B), utilizando um analisador de quadripólos (NA)² e efectuou-se uma interpolação dos valores devolvidos até 25GHz e normalizou-se a sua resposta máxima em frequência a 0 dB. Esta função calcula a resposta deste componente a um sinal eléctrico (na figura seguinte pode observar-se a forma da sua resposta na frequência).

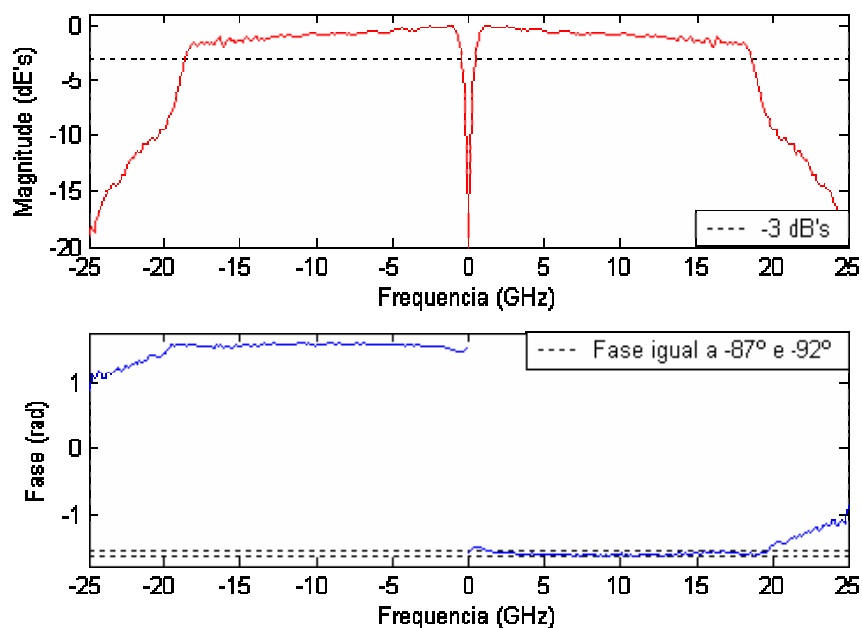


Figura 102- Resposta em fase e em frequência do Hybrid Coupler da Agilent

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Filters Electrical*:



Figura 103- Imagem do componente Hybrid Coupler

Entradas:

² Dados gentilmente cedidos pelo Mestre Tiago Maia

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal eléctrico a ser filtrado
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal do tipo eléctrico filtrado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

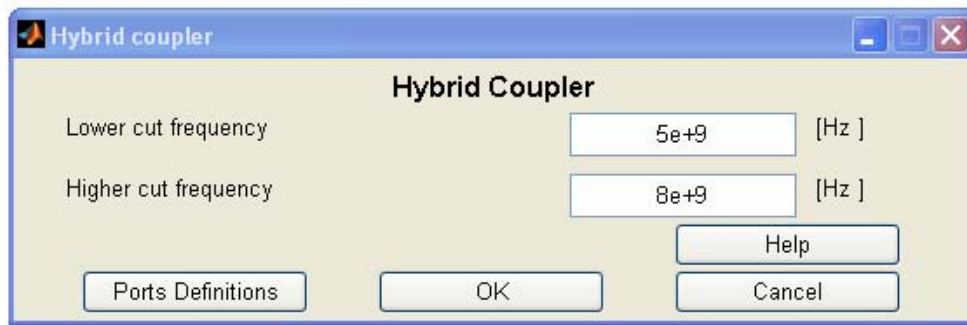


Figura 104- Janela de configuração dos parâmetros do Hybrid Coupler

Lower cut frequency – **Edit box** – permite introduzir a frequência de corte inferior.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	5e ⁹ [Hz]

Higher cut frequency – **Edit box** – permite introduzir a frequência de corte superior.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	8e ⁹ [Hz]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Quadrature filter; Electrical Filtering

7.5.7 Quadrature filter

Foi proposta^[3] uma configuração para gerar a transformada de Hilbert de um sinal eléctrico utilizando um filtro transversal com quatro andares. Este módulo realiza a função de transferência desse filtro.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Filters Electrical*:

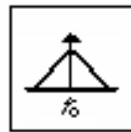


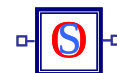
Figura 105- Imagem do componente Quadrature filter

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal do tipo eléctrico a ser filtrado
sinal_in		Sinal de saída do componente
sinal_in.x:		Sinal em x
sinal_in.y:		Sinal em y (sem validade)
sinal_in.type:		Sinal do tipo eléctrico
sinal_in.noise_DSP:		Componente DEP do ruído à entrada
sinal_in.bin:		Sequência binária inicial
sinal_in.bit_rate:		Ritmo de transmissão
sinal_in.fsignal:		Frequência de referência do sinal

Saída:



Neste caso o componente apresenta dois sinais de saída: Um com a transformada de Hilbert do sinal de entrada e outro com o sinal de entrada atrasado de 3*delay [s].

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal do tipo Value/string com a transformada de Hilbert do sinal de entrada
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out(1).x:	x(1) = 'THilbert'
	sinal_out(1).y:	y(1) = valor de transformada de Hilbert
	sinal_out(1).type:	Sinal do tipo Value/string
	sinal_out(1).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out(1).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out(1).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out(1).fsignal:	Frequência de referência do sinal

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal do tipo eléctrico com um atraso de 3*delay [s] em relação ao sinal de entrada
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out(2).x:	Sinal em x – sinal atrasado
	sinal_out(2).y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_out(2).type:	Sinal do tipo Eléctrico
	sinal_out(2).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out(2).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out(2).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out(2).fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

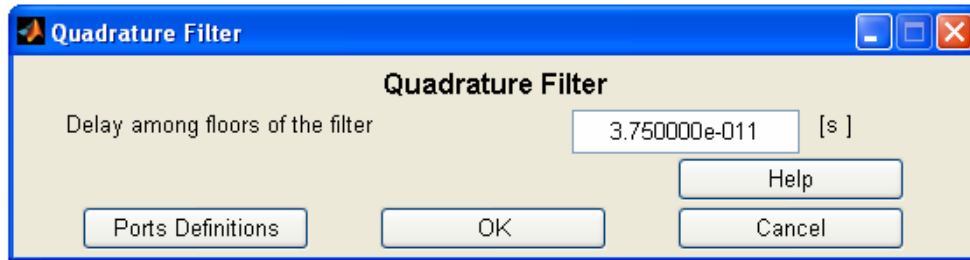


Figura 106- Janela de configuração dos parâmetros do Quadrature Filter

Delay among floors of the filter - **Edit box** - permite introduzir o atraso entre andares do filtro transversal.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	$0.0375e^{-9}$ [s] @ NUM.BR = $10e^9$ [Hz]

Para outros ritmos de transmissão aplica a regra de 3 simples de forma a obter o *delay* correspondente.

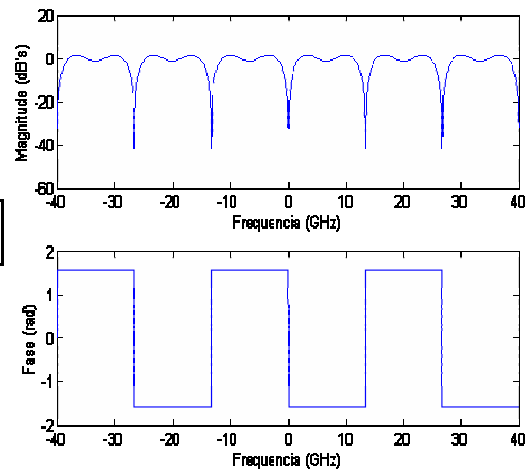
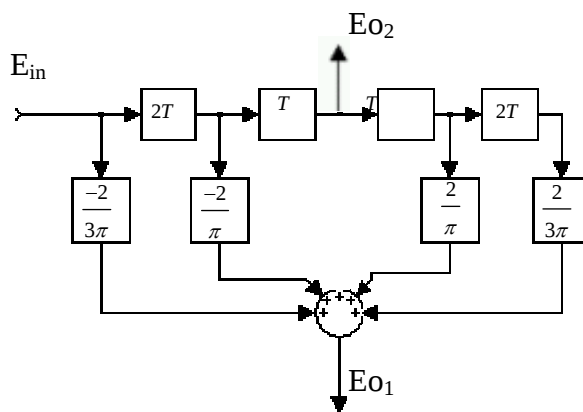
Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Hilbert ideal

O Modelo Utilizado

Na figura seguinte apresentamos um esquema deste filtro, com os respectivos coeficientes e atrasos e sua a resposta em fase e em amplitude no domínio da frequência.



(a) Esquema do filtro transversal

(b) Resposta na frequência

Figura 107- Filtro transversal 4 TAP para gerar a transformada de Hilbert

7.6 Optical Filters

7.6.1 Optical Gaussian Filter BP

Este módulo simula um filtro óptico com forma gaussiana, não acrescenta dispersão, nem qualquer alteração de fase ao sinal.

O comportamento do filtro é completamente descrito pela sua frequência central (f_{central}), largura de banda a 3 dB (LB3dB), e pela ordem (N).

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **Optical Filters:**

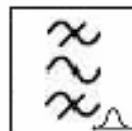


Figura 108- Imagem do componente Optical Gaussian Filter BP

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída óptico filtrado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

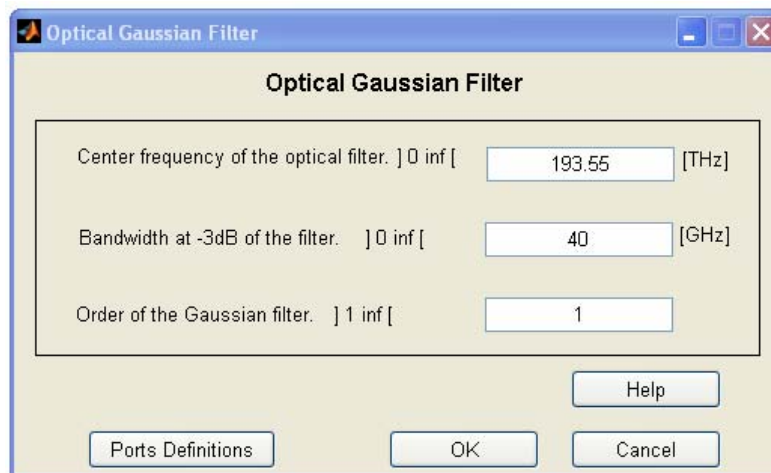


Figura 109- Janela de configuração dos parâmetros do Optical Gaussian Filter BP

Center frequency of the optical filter – **Edit box** – permite introduzir a frequência central da banda de passagem do filtro.

Opções:	'] $0, +\infty$ ['
Valor por defeito	$193.55e^{12}$ [Hz]

Bandwidth at -3dB of the filter – **Edit box** – permite introduzir a largura de banda da banda de passagem do filtro a -3dB.

Opções:	'] $0, +\infty$ ['
Valor por defeito	$4e^{10}$ [Hz]

Order of the Gaussian filter – **Edit box** – permite introduzir a ordem do filtro Gaussiano

Opções:	Valor inteiro positivo
Valor por defeito	1

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Optical Trapezoidal Filter BP



7.6.2 Optical Trapezoidal Filter BP

Este módulo simula um filtro óptico com forma trapezoidal (logarítmica) no domínio da frequência, não acrescenta dispersão, nem qualquer alteração de fase ao sinal.

O comportamento do filtro é completamente descrito pela sua largura de banda a 0 dB (LB0dB), e pela largura de banda de corte (LB_att) para a qual se verifica uma determinada atenuação (att).

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Optical Filters*:



Figura 110- Imagem do componente Optical Trapezoidal Filter BP

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal



Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída óptico filtrado
sinal_out	sinal_out	Sinal de saída do componente
sinal_out.x:	sinal_out.x:	Sinal em x
sinal_out.y:	sinal_out.y:	Sinal em y
sinal_out.type:	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
sinal_out.noise_DSP:	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
sinal_out.bin:	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
sinal_out.bit_rate:	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
sinal_out.fsignal:	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

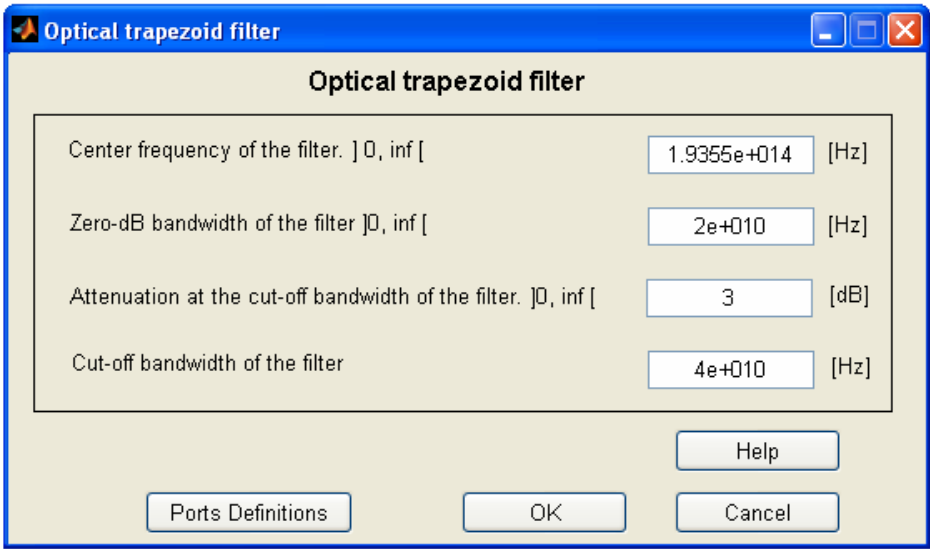
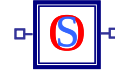


Figura 111- Janela de configuração dos parâmetros do Optical Trapezoidal Filter BP

Center frequency of the filter - Edit box - permite introduzir a frequência central da banda de passagem do filtro

Opções:	$]0, +\infty[$
Valor por defeito	$193.55e^{12}$ [Hz]

Zero-dB bandwidth of the filter - Edit box - permite introduzir a largura de banda da banda de passagem do filtro a 0dB



Opções:	$]0, +\infty[$
Valor por defeito	$2e^{10}$ [Hz]

Attenuation at the cut-off bandwidth of the filter - **Edit box** - permite introduzir a atenuação pretendida nos extremos da banda de rejeição do filtro.

Opções:	$]0, +\infty[$
Valor por defeito	3 [dB]

Cut-off bandwidth of the filter - **Edit box** - permite introduzir a largura de banda à qual se verifica a atenuação pretendida.

Opções:	$]0, +\infty[$
Valor por defeito	$4e^{10}$ [Hz]

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

O Modelo Utilizado

Para uma mais fácil compreensão do comportamento deste filtro, expomos na figura seguinte a sua resposta em frequência, com indicação das bandas de passagem e atenuação. A frequência central utilizada foi 193.55 THz, a largura de banda a 0 dB de 40 GHz, a largura de banda de atenuação foi de 80 GHz para a atenuação de 10dB.

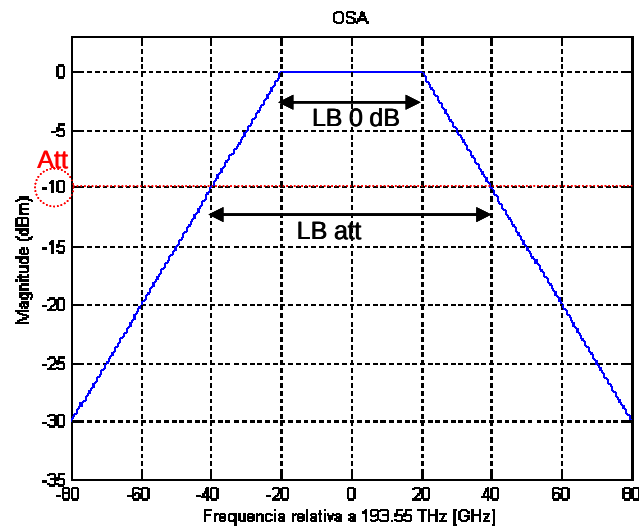


Figura 112- Resposta em frequência de um filtro óptico trapezoidal

Ver também: Optical Gaussian Filter BP.

7.7 Interferómetros

7.7.1 MZI - SOA

Este módulo simula uma estrutura combinada de um interferómetro de Mach Zehnder (MZI) com um amplificador óptico de semicondutor (SOA), segundo uma configuração de “push-pull”.

A seguinte configuração mostra a estrutura deste interferómetro. De notar que cada acoplador é tratado como uma matriz ideal de parâmetros S.

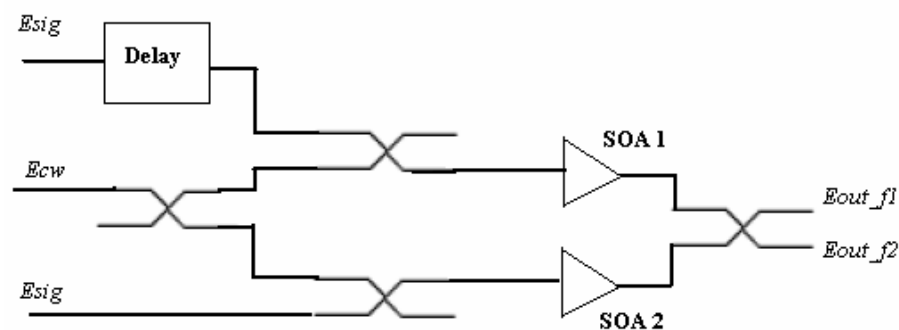


Figura 113- Estrutura do componente MZI - SOA

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Interferometers*:

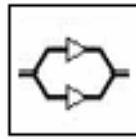


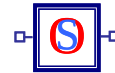
Figura 114- Imagem do componente MZI - SOA

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Control_Hi	Sinal de controlo	Sinal eléctrico com a informação de modulação
	sinal_in(2)	Sinal de controlo do componente
	sinal_in(2).x:	Sinal em x
	sinal_in(2).y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_in(2).type:	Sinal do tipo opticoeléctrico
	sinal_in(2).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(2).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(2).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(2).fsignal::	Frequência de referência do sinal



Saída:

Neste caso o componente apresenta dois sinais de saída: Um com o sinal de saída não invertido (porto 1) e o outro com o sinal de saída invertido.

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal não invertido
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out(1).x:	Sinal em x
	sinal_out(1).y:	Sinal em y
	sinal_out(1).type:	Sinal do tipo óptico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal invertido
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out(2).x:	Sinal em x
	sinal_out(2).y:	Sinal em y
	sinal_out(2).type:	Sinal do tipo óptico
	sinal_out(2).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out(2).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out(2).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out(2).fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

mzisoa_simple

push-pull MZI-SOA (simple SOA model)

Coupling ratio of MZI couplers (epson)	0.5	
Attenuation (pull arm)	6	[dB]
Delay (pull arm)	1e-011	[s]
SOA 1 driving current	0.2	[A]
SOA 2 driving current	0.2	[A]
Active region depth	2.5e-006	[m]
Active region width	1.06e-007	[m]
Active region length	0.0015	[m]
Optical Confinement Factor	0.15	
Loss coefficient	6000	[m-1]
Differential Gain	2.78e-020	[m^2]
Carrier Density at Transparency	1.4e+024	[m-1]
Recombination Constant A	1.43e+008	[/s]
Recombination Constant B	1e-016	[m^3/s]
Recombination Constant C	3e-041	[m^6/s]
Initial Carrier Density	1.4e+024	[/m]
Optical coupling efficiency	1	
Current injection efficiency	1	
Alpha factor	5	
Notes	MUFINS, 40G SOA	

Figura 115- Janela de configuração dos parâmetros do MZI - SOA

Coupling ratio of MZI couplers (epson) - **Edit box** - permite introduzir o factor de acoplamento do interferómetro.

Opções:	'] $0, +\infty$ ['
Valor por defeito	0,5

Attenuation (pull arm) - **Edit box** - permite introduzir a atenuação no braço superior do interferómetro.

Opções:	'] $0, +\infty$ ['
Valor por defeito	6 [dB]

Delay (pull arm) - **Edit box** - permite introduzir o atraso no braço superior do interferómetro

Opções:	Valor inteiro positivo
Valor por defeito	$1e^{-11}$ [s]

SOA 1 driving current - **Edit box** - permite introduzir o valor da corrente de injeção referente ao amplificador SOA 1

Opções:	[0 1]
Valor por defeito	0.2[A]

SOA 2 driving current - **Edit box** - permite introduzir o valor da corrente de injeção referente ao amplificador SOA 2

Opções:	[0 1]
Valor por defeito	0.2[A]

Active region depth - **Edit box** - permite introduzir a altura da camada activa do amplificador

Opções:	]0, $1e^{-3}$]
Valor por defeito	$2.5e^{-6}$ [m]

Active region width - **Edit box** - permite introduzir a largura da camada activa do amplificador

Opções:	]0, $1e^{-3}$]
Valor por defeito	$1.06e^{-7}$ [m]

Active region length - **Edit box** - permite introduzir o comprimento da camada activa do SOA

Opções:	]0, $1e^{-3}$]
Valor por defeito	0.0015

Optical confinement Factor – **Edit box** – permite introduzir o factor de confinamento da região activa do amplificador SOA.

Opções:	]0, 1]
Valor por defeito	0.15

Loss coefficient– **Edit box** – permite introduzir as perdas do SOA.

Opções:	]0, 5e ⁴
Valor por defeito	6000 [m ⁻¹]

Differential Gain – **Edit box** – permite introduzir o ganho se modo diferencial do amplificador SOA.

Opções:	]0, 50e ⁻²⁰
Valor por defeito	2.78e ⁻²⁰ [m ²]

Carrier Density at Transparency – **Edit box** – permite introduzir o ganho se modo diferencial do amplificador SOA.

Opções:	]0, 5e ⁻²⁵
Valor por defeito	1.4e ⁻²⁴ [m ²]

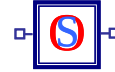
Recombination Constant A – **Edit box** – permite introduzir o coeficiente de recombinação A (linear) do amplificador SOA.

Opções:	[0, 1e ¹¹
Valor por defeito	1.43e ⁸ [s ⁻¹]

Recombination Constant B – **Edit box** – permite introduzir o coeficiente de recombinação B (bimolecular) do amplificador SOA.

Opções:	[0, 1e ⁻¹³
Valor por defeito	1e ⁻¹⁶ [m ³ /s]

Recombination Constant C – **Edit box** – permite introduzir o coeficiente de recombinação C (*auger*) do amplificador SOA.



Opções:	[0, 1e ⁻³⁷]
Valor por defeito	3e ⁻⁴¹ [m ⁶ /s]

Initial Carrier Density – **Edit box** – permite introduzir a densidade de portadoras na iteração inicial do algoritmo do amplificador SOA.

Opções:	[0, 5e ²⁵]
Valor por defeito	3e ²⁴ [m ⁻³]

Optical coupling efficiency – **Edit box** – permite introduzir o factor de eficiência do acoplador óptico.

Opções:	[0, 1]
Valor por defeito	1

Current injection efficiency – **Edit box** – permite introduzir a eficiência da corrente de injeção do SOA.

Opções:	
Valor por defeito	1e-11 [s]

Alpha factor – **Edit box** – permite introduzir o factor alpha.

Opções:	Valor inteiro positivo
Valor por defeito	5

Notes – **Edit box** – permite introduzir comentários úteis para o utilizador.

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Save Parameters Set – **Push button** – Permite guardar os parâmetros do componente num ficheiro .txt para posterior utilização.

Load Parameters Set – **Push button** – Permite restaurar os parâmetros do componente anteriormente guardados num ficheiro .txt.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.8 Logic

7.8.1 Gate NOT

Este módulo gera a sequência inversa (operação lógica NOT).

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **Logic**:

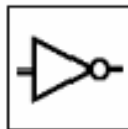


Figura 116- Imagem do componente Gate NOT

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal do tipo lógico que contém uma sequência binária.
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo Lógico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

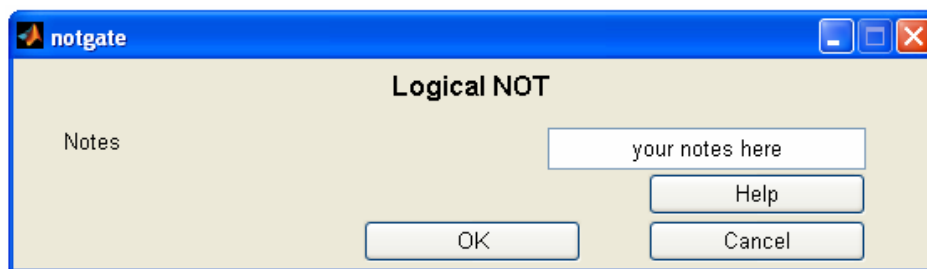
Parâmetros

Figura 117- Janela de configuração dos parâmetros do PRBS

Sequence Type - **Edit box** - permite introduzir algumas notas de referencia/ajuda para o utilizador.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Codificador Diferencial Digital

7.8.2 PRBS

Este módulo gera uma sequência binária pseudo-aleatória (PRBS) de vários tipos, especificados nos parâmetros do componente.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Logic*:

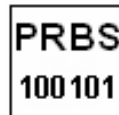


Figura 118- Imagem do componente PRBS

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Para este componente a estrutura sinal à entrada encontra-se vazia!
----------	------------------	---

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal do tipo lógico que contém uma sequência binária.
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo Lógico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

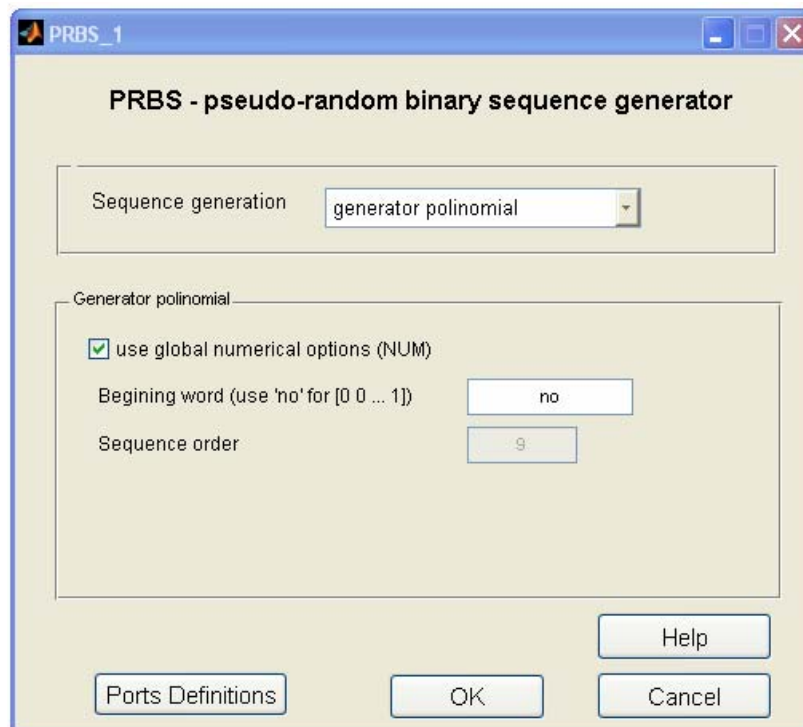


Figura 119- Janela de configuração dos parâmetros do PRBS – caso 'generator polinomial'

Sequence Generation – **Popup menu** – permite escolher de que forma se pretende gerar uma sequência ou se pretende ler uma sequência de um ficheiro.

Opções:	'generator polinomial'
	'rand function'
	'read from file'
	'set by user'
Valor por defeito	'generator polinomial'

Se a opção for '*generator polinomial*':

Use global numerical options (NUM) – **Check box** – possibilita o uso dos parâmetros globais no gerador de sequências.

Beginning word – **Edit box** – possibilidade de se colocar a sequência inicial pretendida. No caso de se introduzir 'no' a sequência é iniciada por zeros.

Sequence order – **Edit box** – permite escolher a ordem do comprimento da sequência, no caso em que o *Use global numerical options* não esteja seleccionado.

Se a opção for '*rand function*', a janela de configuração de parâmetros é a seguinte:

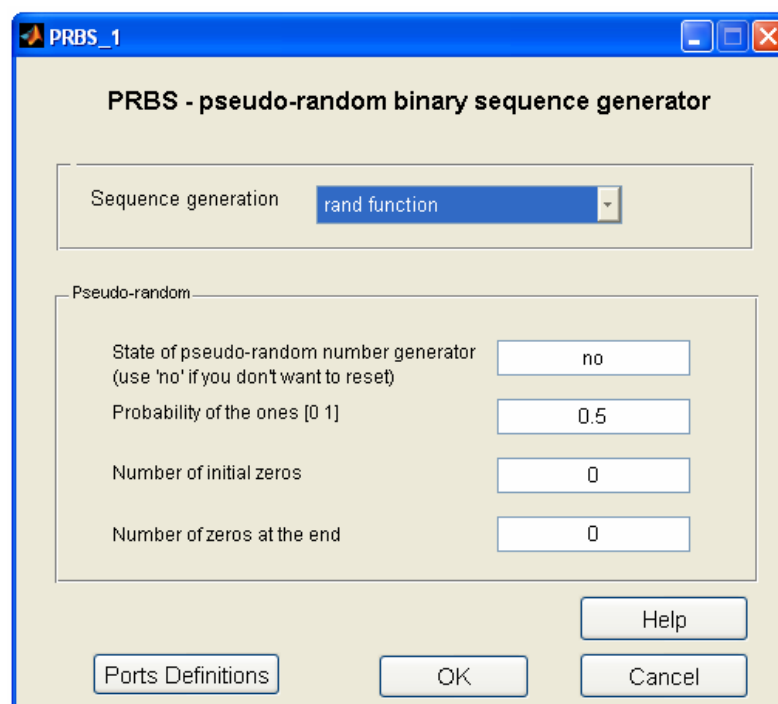


Figura 120- Janela de configuração dos parâmetros do PRBS – caso '*rand function*'

State of the pseudo-random generator – **Edit box** – permite escolher o estado inicial do gerador pseudo aleatório de sequências; Opção do Matlab

Opções:	'NO'
	']-∞,+∞['
Valor por defeito	'NO'

Probability of the ones – **Edit box** – probabilidade da ocorrência de '1' na sequência binária.

Opções:	'[0,1]'
Valor por defeito	0.5

Number of initial zeros – **Edit box** – permite escolher o número de zeros que a sequência terá no início.

Opções:	'[0,+∞[', inteiro
Valor por defeito	0

Number of zeros in the end – **Edit box** – permite escolher o número de zeros que a sequência terá no fim.

Opções:	'[0,+∞[', inteiro
Valor por defeito	0

Se a opção for '*read_from_file*' a janela de configuração de parâmetros é a seguinte:

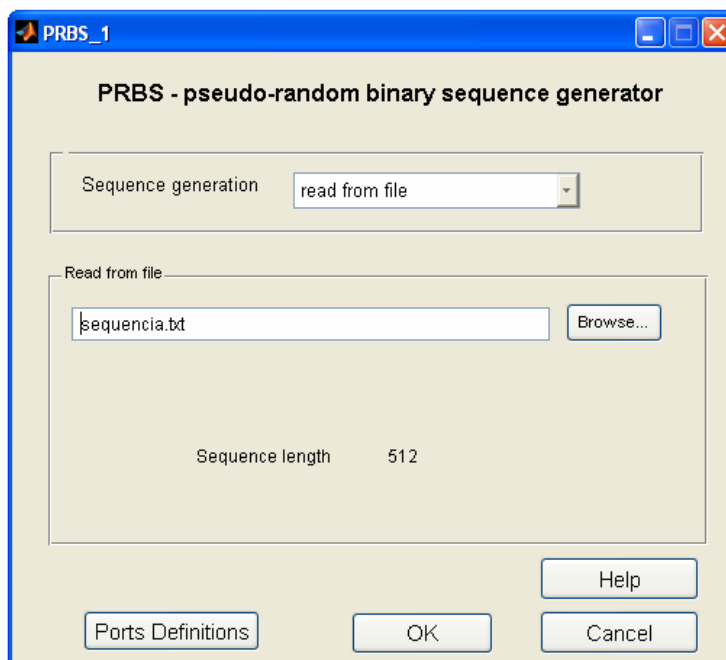


Figura 121- Janela de configuração dos parâmetros do PRBS – caso '*read from file*'

Sequence – **Edit box** – permite introduzir o caminho do ficheiro (extensão .txt) que contém a sequência binária. Existe um botão de browse que facilita a

introdução deste caminho. O campo *Sequence length* indica o comprimento da sequência do ficheiro introduzido.

Se a opção for '*set by user*' a seguinte figura representa a janela de configuração de parâmetros:

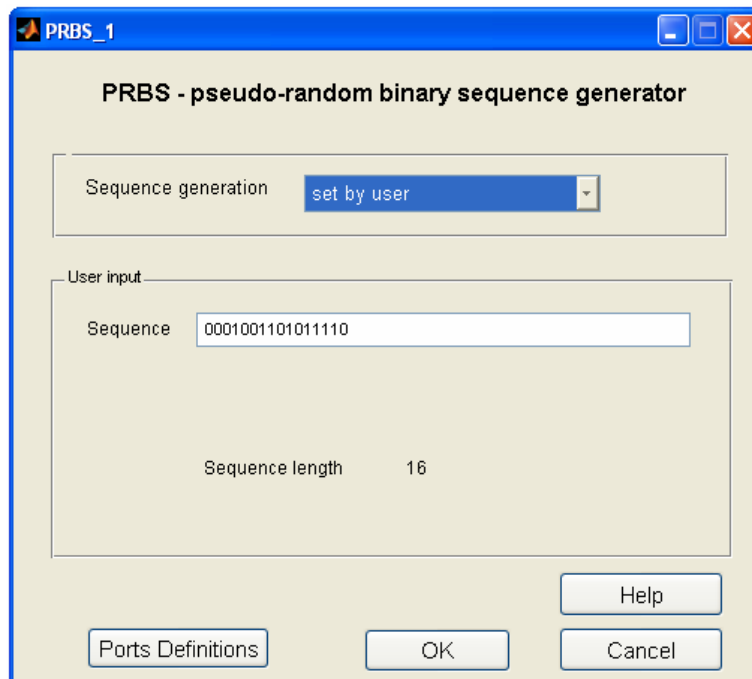
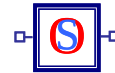


Figura 122- Janela de configuração dos parâmetros do PRBS – caso '*set by user*'

Sequence – **Edit box** – permite introduzir a sequência binária directamente pelo utilizador. No campo *Sequence length* é indicado o comprimento da sequência introduzida.

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.



Gera a sequência binária com comprimento máximo (2^n) em que é colocado um zero na extremidade.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **Logic**:

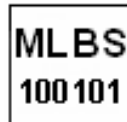


Figura 123- Imagem do componente PRBS

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Para este componente a estrutura sinal à entrada encontra-se vazia!
----------	------------------	---

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal do tipo lógico que contém uma sequência binária.
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo Lógico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

Este componente não possui parâmetros cujo utilizador possa modificar.



Figura 124- Janela de configuração dos parâmetros do MLBS

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: PRBS.

7.8.4 Codificador Diferencial Digital

Este módulo representa um codificador lógico diferencial.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **Logic**:

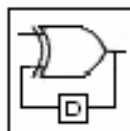


Figura 125- Imagem do componente Codificador Diferencial Digital

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico
	Sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal do tipo lógico que contém uma sequência binária.
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo Lógico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

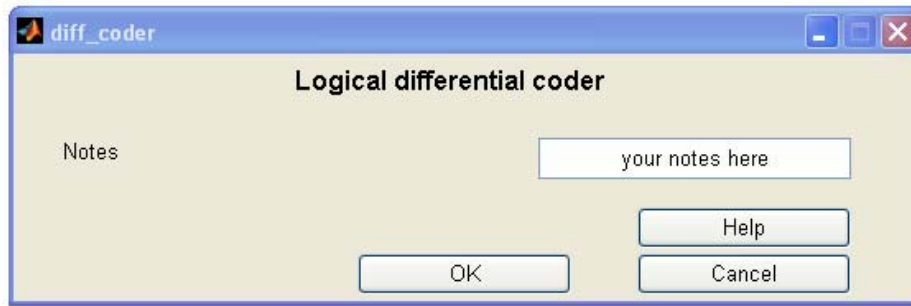


Figura 126- Janela de configuração dos parâmetros do Codificador Diferencial Digital

Sequence Type - *Edit box* - permite introduzir algumas notas de referência/ajuda para o utilizador.

Help - *Push button* - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Gate NOT

7.9 Modulators Optical

7.9.1 Amplitude Modulator

Este módulo retorna a portadora óptica modulada em amplitude pelo sinal de informação.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Modulators Optical*:



Figura 127- Imagem do componente Amplitude Modulator

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico sem modulação
	Sinal_in(1)	Sinal de entrada do componente
	sinal_in(1).x:	Sinal em x
	sinal_in(1).y:	Sinal em y
	sinal_in(1).type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in(1).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(1).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(1).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(1).fsignal::	Frequência de referência do sinal

Control_Hi	Sinal de controlo	Sinal eléctrico com a informação de modulação
	sinal_in(2)	Sinal de controlo do componente
	sinal_in(2).x:	Sinal em x
	sinal_in(2).y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_in(2).type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in(2).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(2).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(2).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(2).fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:



Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída óptico modulado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

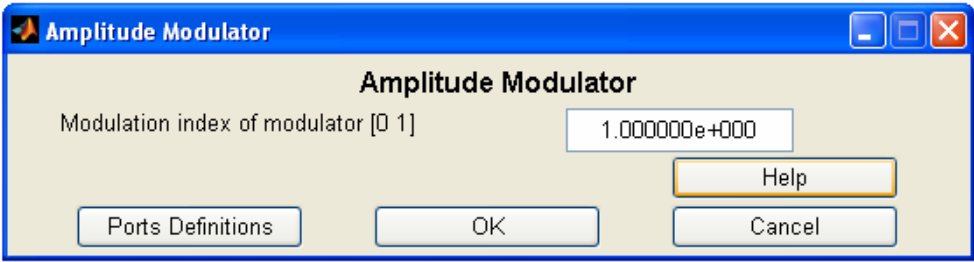


Figura 128- Janela de configuração dos parâmetros do Amplitude Modulator

Modulation index of the modulator - **Edit box** - permite introduzir o índice de modulação do modulador.

Opções:	[0, 1]
Valor por defeito	1

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Modelo Utilizado

O sinal de saída do modelador de amplitude é dado pela seguinte expressão:

$$E_{out}(t) = E_{in}(t) \cdot \sqrt{d(t)} \quad (1.)$$

Onde $E_{in}(t)$ é o sinal óptico de entrada e $d(t)$ é a função de transferência de potência dada pela seguinte expressão:

$$d(t) = (m-1) + m \cdot data(t) \quad (2.)$$

Sendo m o índice de modelação e $data(t)$ o sinal eléctrico de modelação. A figura seguinte ilustra um exemplo da função de transferência de potência de um modelador de amplitude.

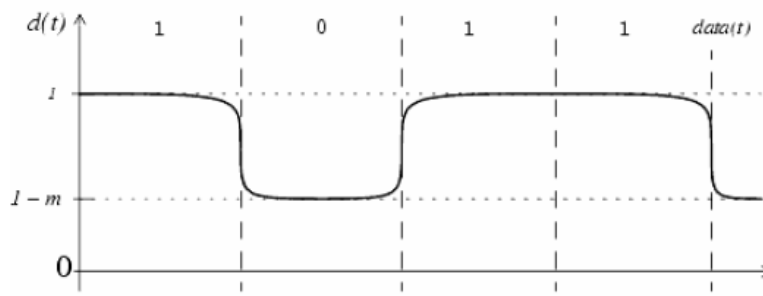


Figura 129- F.T. em potência de um AM Modulator

Ver também: Mach-Zehnder, Phase Modulator.

7.9.2 Mach-Zehnder

Este módulo simula o comportamento de um típico modulador externo Mach-Zehnder dual (entradas DC e rádio frequência (RF) separadas).

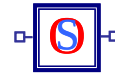
O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Modulator Opticals*:



Figura 130- Imagem do componente Mech-Zehnder

Entradas:



NUM | Parâmetros numéricos |
 * Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico sem modulação
	sinal_in(1)	Sinal de entrada do componente
	sinal_in(1).x:	Sinal em x
	sinal_in(1).y:	Sinal em y
	sinal_in(1).type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in(1).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(1).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(1).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(1).fsignal:	Frequência de referência do sinal
Control_Hi	Sinal de controlo (RF_hi)	Sinal eléctrico modulante do ramo superior do Mach-Zehnder
	sinal_in(2)	Sinal de controlo do componente
	sinal_in(2).x:	Sinal em x
	sinal_in(2).y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_in(2).type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in(2).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(2).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(2).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(2).fsignal:	Frequência de referência do sinal



Control_Lo	Sinal de controlo (RF_lo)	Sinal eléctrico modulante do ramo inferior do Mach-Zehnder
	sinal_in(3)	Sinal de controlo do componente
	sinal_in(3).x:	Sinal em x
	sinal_in(3).y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_in(3).type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in(3).fsignal:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(3).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(3).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(3).noise_DSP:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída óptico modulado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

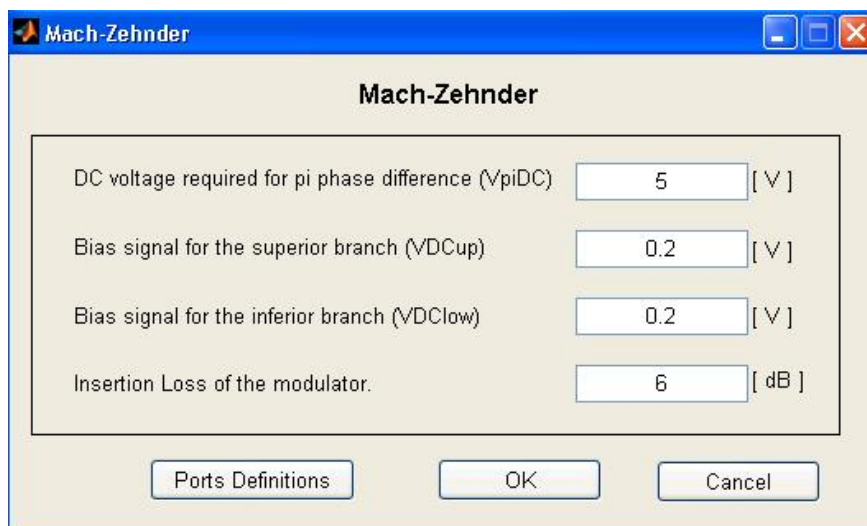


Figura 131- Janela de configuração dos parâmetros do Mach-Zehnder

DC voltage required for pi phase difference (VpiDC) – **Edit box** – permite introduzir a tensão DC necessária num dos braços do modulador para que a saída sofra um desfasamento de π relativamente à entrada.

Opções:	$[0, +\infty[$
Valor por defeito	5 [V]

Bias signal for the superior branch (VDCup) – **Edit box** – permite introduzir a tensão de *bias* para o braço superior do interferómetro.

Opções:	$[0, +\infty[$
Valor por defeito	0.2 [V]

Bias signal for the inferior branch (VDClow) – **Edit box** – permite introduzir a tensão de *bias* para o braço inferior do interferómetro.

Opções:	$[0, +\infty[$
Valor por defeito	0.2 [V]

Insertion Loss of the modulator – **Edit box** – permite introduzir as perdas por inserção do interferómetro.

Opções:	$[0, +\infty[$
Valor por defeito	6 [dB]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

O Modelo Utilizado

Na figura seguinte apresenta-se o esquema de um destes moduladores:

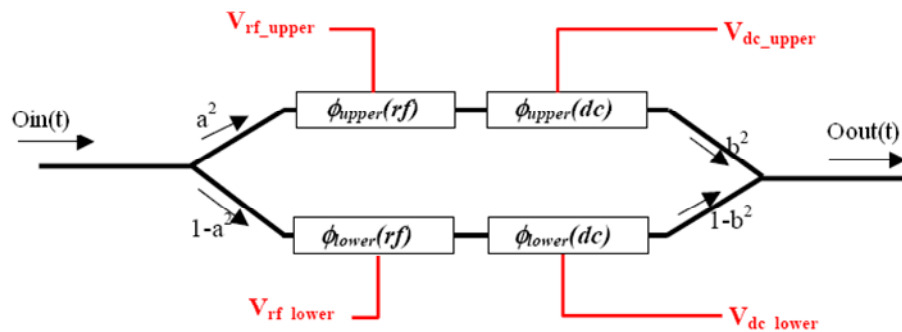


Figura 132- Esquema de um modulador Mach-Zehnder^[11].

Supondo que este tem uma resposta ideal no que concerne a ruído, deriva da tensão V_{π} , diferenças de tensão V_{π} entre os braços, taxa de extinção, diferenças na resposta dos dois braços e largura de banda, esta é dada por^[12]:

$$O_{out} = \frac{O_{in}}{2} \cdot \left(\frac{e^{j\pi \frac{V_{RF_upper} + V_{DC_upper}}{V_{\pi}}} + e^{j\pi \frac{V_{RF_lower} + V_{DC_lower}}{V_{\pi}}}}{Atenuação} \right) \quad (1.)$$

O parâmetro *Atenuação* reflecte as perdas por inserção e é dado por:

$$Atenuação = 10^{\frac{Perdas_por_inserção_{dB}}{20}} \quad (2.)$$

Ver também: Amplitude Modulator, Phase modulator.

7.9.3 Phase Modulator

Este componente simula um modulador de fase ideal.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Modulators Optical*:



Figura 133- Imagem do componente Phase Modulator

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico sem modulação
	sinal_in(1)	Sinal de entrada do componente
	sinal_in(1).x:	Sinal em x
	sinal_in(1).y:	Sinal em y
	sinal_in(1).type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in(1).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(1).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(1).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(1).fsignal:	Frequência de referência do sinal



Control_Hi	Sinal de controlo	Sinal eléctrico com a informação de modulação
	sinal_in(2)	Sinal de controlo do componente
	sinal_in(2).x:	Sinal em x
	sinal_in(2).y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_in(2).type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in(2).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(2).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(2).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(2).fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída óptico modulado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

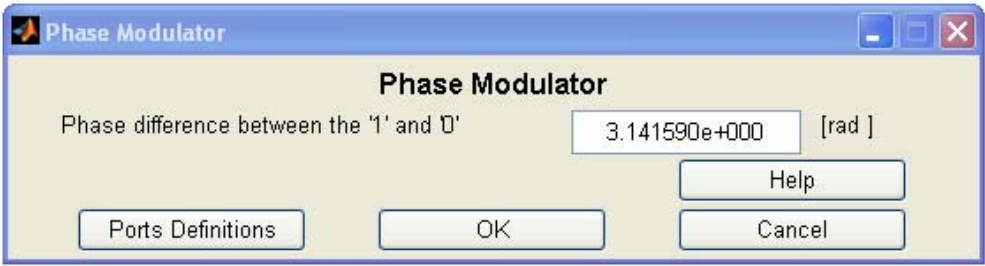
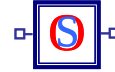


Figura134- . Janela de configuração dos parâmetros do Phase Modulator



Phase difference between the '1' and '0' - Edit box - permite introduzir o desvio de fase entre os '1's e os '0's lógicos.

Opções:	$[0, 2\pi]$
Valor por defeito	$\pi = 3.141590$ [rad]

Ports Definitions - Push button - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - Push button - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

O Modelo Utilizado

O modulador de fase ideal, tem uma função de transferência dada por:

$$O_{out}(t) = O_{carr} \cdot e^{j \cdot \Delta f \cdot dados(t)} \quad (1.)$$

Onde Δf é o desvio de fase entre os '0's e os '1's, O_{carr} a portadora (sinal óptico) de entrada e $dados(t)$ um vector com a informação (sinal eléctrico com informação).

Ver também: Mach-Zehnder, Amplitude Modulator.

7.10 Passive Components

7.10.1 Polarization Split

Este componente efectua a divisão (separação) do sinal de entrada consoante a polarização (contém duas saídas atribuídas à polarização x ou y, respectivamente).

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes ***Passive Components:***

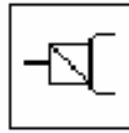


Figura 135- Imagem do componente Attenuator

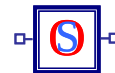
Entradas:

NUM | Parâmetros numéricos |
 * Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Este componente apresenta duas saídas correspondendo à saída um a polarização em x e à saída 2 a polarização em y.



Sinal_out(1)	Sinal de saída sinal_out sinal_out.x: sinal_out.y: sinal_out.type: sinal_out.noise_DSP: sinal_out.bin: sinal_out.bit_rate: sinal_out.fsignal:	Sinal de saída óptico atenuado Sinal de saída do componente Sinal em x Sinal em y (sem validade) Sinal do tipo óptico com polarização x Componente DEP do ruído à saída Sequência binária inicial Ritmo de transmissão Frequência de referência do sinal
Sinal_out(2)	Sinal de saída sinal_out sinal_out.x: sinal_out.y: sinal_out.type: sinal_out.noise_DSP: sinal_out.bin: sinal_out.bit_rate: sinal_out.fsignal:	Sinal de saída óptico modulado Sinal de saída do componente Sinal em x (sem validade) Sinal em y Sinal do tipo óptico com polarização y Componente DEP do ruído à saída Sequência binária inicial Ritmo de transmissão Frequência de referência do sinal

Parâmetros



Figura 136- Janela de configuração dos parâmetros do Attenuator

Insertion loss – **Edit box** – permite introduzir as perdas de inserção que este componente cria ao sinal.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0 [dB]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Atenuador, Delay, Yjunction, Xcoupler.

7.10.2 Atenuator

Este módulo atenua o sinal óptico de um valor expresso em dB.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes ***Passive Components:***

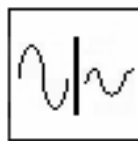


Figura 137- Imagem do componente Attenuator

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída óptico atenuado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

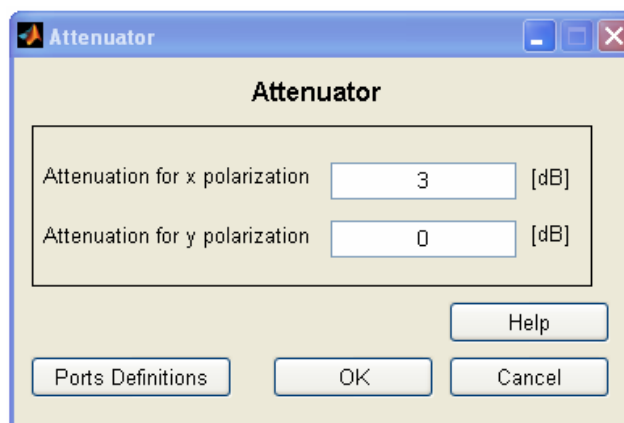
Parâmetros

Figura 138- Janela de configuração dos parâmetros do Attenuator

Attenuation for x polarization – **Edit box** – permite introduzir a atenuação ao sinal na componente x. Por defeito esta é a componente de polarização do sinal.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	3 [dB]

Attenuation for y polarization – **Edit box** – permite introduzir a atenuação ao sinal na sua componente y. Por defeito esta é a componente não é utilizada para o sinal. Deve portanto ser apenas actualizada para sinais com polarização em y ou em x e y.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0 [dB]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Delay, Xcoupler, Yjunction, Polarization Split.

7.10.3 Delay

Esta função introduz um atraso temporal num sinal eléctrico.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Passive Components*:



Figura 139- Imagem do componente Delay

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo eléctrico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal eléctrico com o atraso temporal pretendido
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

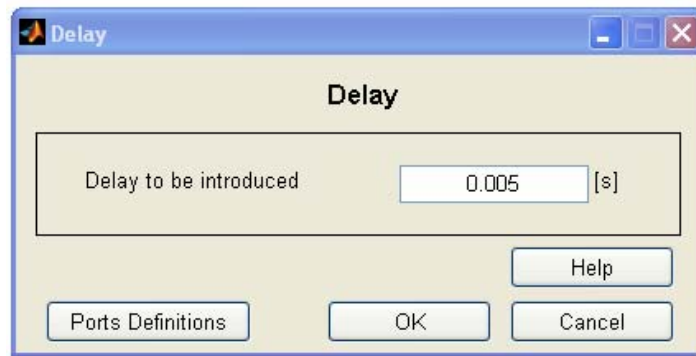


Figura 140- Janela de configuração dos parâmetros do Delay

Delay to be introduced - **Edit box** - atraso temporal em segundos que se pretende introduzir no sinal de entrada eléctrico.

Opções:	Numero real positivo
Valor por defeito	0.005 [s]

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Ver também: Attenuator, Xcoupler, Yjunction, Polarization Split.

7.10.4 Xcoupler

Este módulo simula um acoplador óptico que pode combinar ou dividir sinais ópticos.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes ***Passive Components:***

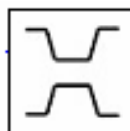


Figura 141- Imagem do componente X – Coupler

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinais de entrada ópticos
	sinal_in(i)*	Sinal de entrada do componente
	sinal_in(i).x:	Sinal em x
	sinal_in(i).y:	Sinal em y
	sinal_in(i).type:	Sinal do tipo óptico
	sinal_in(i).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(i).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(i).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(i).fsignal:	Frequência de referência do sinal

* i = 1,2.

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinais de saída ópticos
	sinal_out(i)*	Sinal de saída do componente
	sinal_out(i).x:	Sinal em x
	sinal_out(i).y:	Sinal em y
	sinal_out(i).type:	Sinal do tipo óptico
	sinal_out(i).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out(i).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out(i).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out(i).fsignal:	Frequência de referência do sinal

* i = 1,2.

Parâmetros

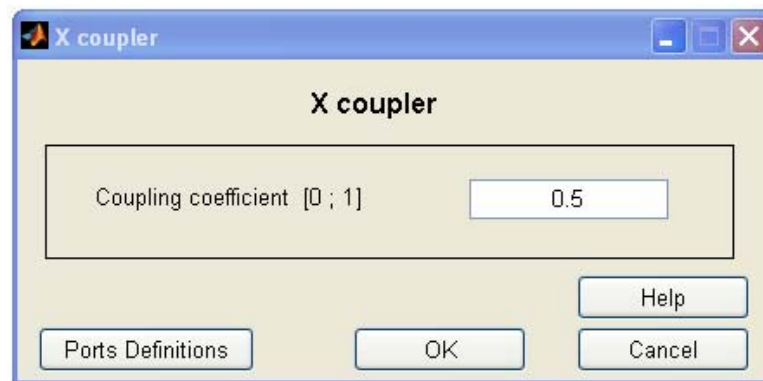


Figura 142- Janela de configuração dos parâmetros do X – Coupler

Coupling Coefficient - **Edit box** - permite introduzir o coeficiente de acoplamento do acoplador dos portos de entrada para os portos de saída (porto 1 para o porto 2).

Opções:		[0, 1]
Valor	por	0.5
defeito		

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

O Modelo Utilizado

A relação entre os sinais é dada pela seguinte expressão^[14]:

$$\begin{bmatrix} O_{out_1} \\ O_{out_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{1-\alpha} & j \cdot \sqrt{\alpha} \\ j \cdot \sqrt{\alpha} & \sqrt{1-\alpha} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} O_{in_1} \\ O_{in_2} \end{bmatrix} \quad (1.)$$

Ver também: Attenuator, Yjunction, Polarization Split, Delay.

7.10.5 Y junction

Este componente simula uma simples junção Y, em que as duas entradas são somadas numa só saída.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Passive Components*:

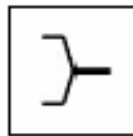


Figura 143- Imagem do componente Y junction

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinais de entrada ópticos
	sinal_in(i)*	Sinal de entrada do componente
	sinal_in(i).x:	Sinal em x
	sinal_in(i).y:	Sinal em y
	sinal_in(i).type:	Sinal do tipo óptico
	sinal_in(i).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(i).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(i).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(i).fsignal:	Frequência de referência do sinal

* i = 1,2.

Saída:



Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída óptico atenuado
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

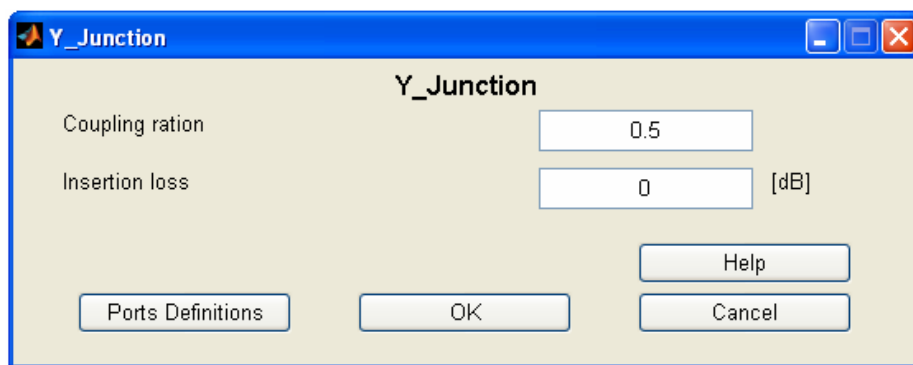


Figura 144- Janela de configuração dos parâmetros do Y junction

Coupling ration - **Edit box** - permite introduzir o coeficiente de acoplamento da junção.

Opções:	[0, 1]
Valor por defeito	0.5

Insertion loss - **Edit box** - permite introduzir as perdas de inserção que este componente cria ao sinal a juntar.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0 [dB]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Attenuator, Xcoupler, Polarization Split, Delay.

7.11 Receivers

7.11.1 Photodiode PIN

Este módulo simula a detecção de um sinal óptico por um fotodíodo PIN com ruídos Gaussianos aditivos.

O componente:

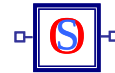
Contido no directório de selecção de componentes ***Receivers***:



Figura 145- Imagem do componente Photodiode PIN

Entradas:

NUM		Parâmetros numéricos	
		* Consultar início do capítulo (página 55)	



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico
sinal_in		Sinal de entrada do componente
sinal_in.x:		Sinal em x
sinal_in.y:		Sinal em y
sinal_in.type:		Sinal do tipo óptico com polarização
sinal_in.noise_DSP:		Componente DEP do ruído à entrada
sinal_in.bin:		Sequência binária inicial
sinal_in.bit_rate:		Ritmo de transmissão
sinal_in.fsignal:		Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída eléctrico.
sinal_out		Sinal de saída do componente
sinal_out.x:		Sinal em x
sinal_out.y:		Sinal em y (sem validade)
sinal_out.type:		Sinal do tipo eléctrico
sinal_out.noise_DSP:		Componente DEP do ruído à saída
sinal_out.bin:		Sequência binária inicial
sinal_out.bit_rate:		Ritmo de transmissão
sinal_out.fsignal:		Frequência de referência do sinal

Parâmetros

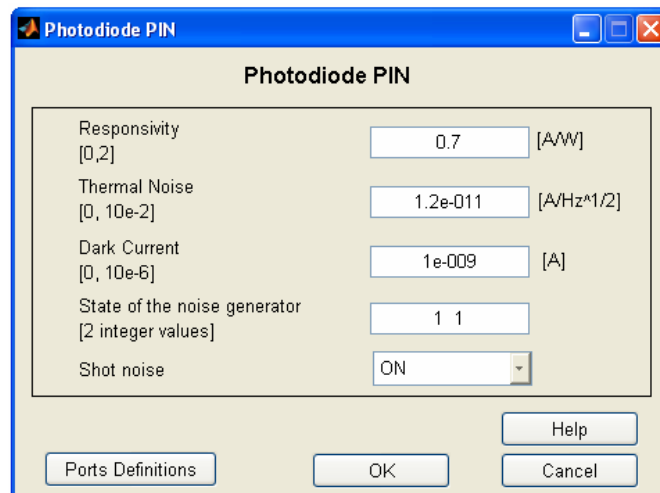


Figura 146- Janela de configuração dos parâmetros do Photodiode PIN

Responsivity - **Edit box** - permite introduzir a responsividade do fotodíodo PIN.

Opções:	[0, 2]
Valor por defeito	0.7 [A/W]

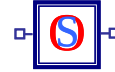
Thermal Noise - **Edit box** - permite introduzir a densidade espectral de ruído unilateral do ruído térmico do fotodíodo PIN.

Opções:	[0, 10e-2]
Valor por defeito	$1.2e^{-11} [A/\sqrt{Hz}]$

Dark current - **Edit box** - permite introduzir a corrente de escuridão do fotodíodo PIN.

Opções:	[0, 10e-6]
Valor por defeito	$1e^{-9} [A]$

State of the noise generator - **Edit box** - permite introduzir o estado do gerador de ruído do fotodíodo PIN. Se presente define o gerador de pseudo aleatório de ruído (deverá ser um número inteiro). Deve ser um vector com duas colunas: a primeira define o estado para o gerador de ruído *shot* e a segunda para o ruído branco.



Opções:	Vector com duas colunas de números inteiros positivos
Valor por defeito	{1 1}

Shot noise - **Popup menu** - permite escolher se o ruído *shot* está presente ou não no fotodíodo.

Opções:	'ON'
	'OFF'
Valor por defeito	'ON'

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

O Modelo Utilizado

Um fotodíodo provoca uma corrente à sua saída que é proporcional à potência óptica incidente^[7]:

$$i_s(t) = \Re.P_{\text{opt}}(t) = \Re. |O_{\text{in}}(t)|^2 \quad (1.)$$

Onde $\Re$ é a responsividade do fotodíodo e $O_{\text{in}}(t)$ o campo óptico incidente.

A detecção não é, contudo, livre de ruídos, podemos assim escrever a corrente total à saída do fotodíodo como sendo^[13]:

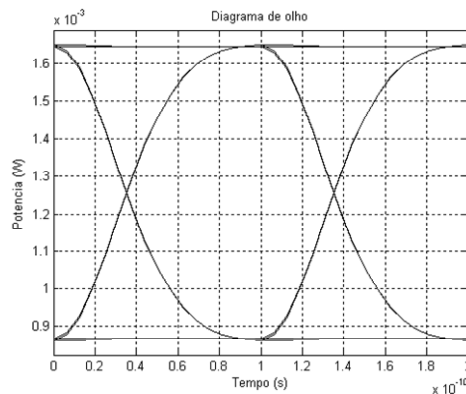
$$i(t) = i_s(t) + n_{sh}(t) + n_{th}(t) + i_d(t) \quad (2.)$$

Onde $n_{sh}(t)$ é a corrente de shot do receptor, $n_{th}(t)$ é o ruído térmico e $i_d(t)$ a corrente de escuro. Os ruídos de shot e térmico são simulados por ruído Gaussiano branco (WGN). A SPD do ruído de shot é:

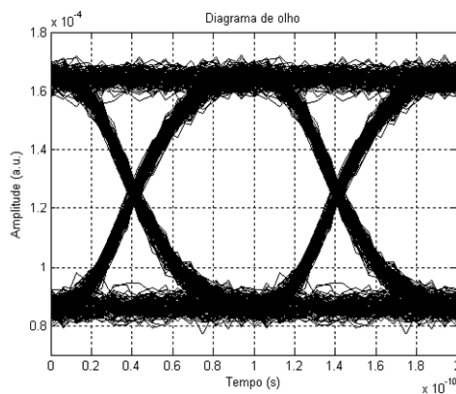
$$N_{sh} = 2 \cdot q \cdot (i_s(t) + i_d(t)) \quad (3.)$$

Testes

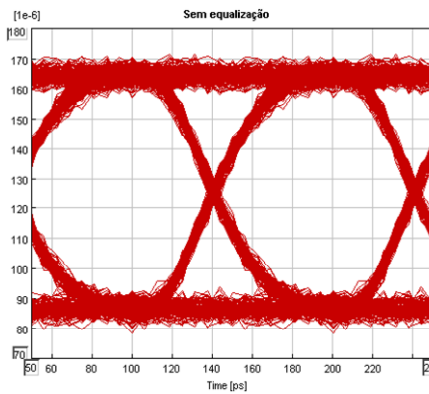
Para efeitos de comparação com o VPI apresentamos na figura seguinte o diagrama de olho de um sinal óptico e o resultante da sua detecção com o módulo fotodiodoPIN e com o módulo correspondente do VPI. A responsividade utilizada era de 0.1, o ruído shot estava presente, $N_{th}=1 \times 10^{-11} \text{ A}/\sqrt{\text{Hz}}$ e $i_d=1 \times 10^{-10} \text{ A}$.



(a) Sinal óptico à entrada do fotodiodo



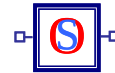
(b) Sinal detectado utilizando a função fotodiodoPIN



(c) Sinal detectado utilizando o VPI

Figura 147- Comparação do espectro óptico de sinais à saída de um laser.

Ver também: Electrical Filtering.



7.12.1 Rectangular Electrical Pulse

Este módulo gera um impulso eléctrico rectangular em função de uma sequência binária à sua entrada. O impulso pode apresentar diversas formas bem como diferentes tempos de subida e descida configuráveis pelo utilizador.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Sources*:

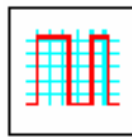


Figura 148- Imagem do componente Rectangular Electrical Pulse

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo lógico com uma sequencia binária
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo lógico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída do tipo eléctrico dependente da sequencia binária.
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

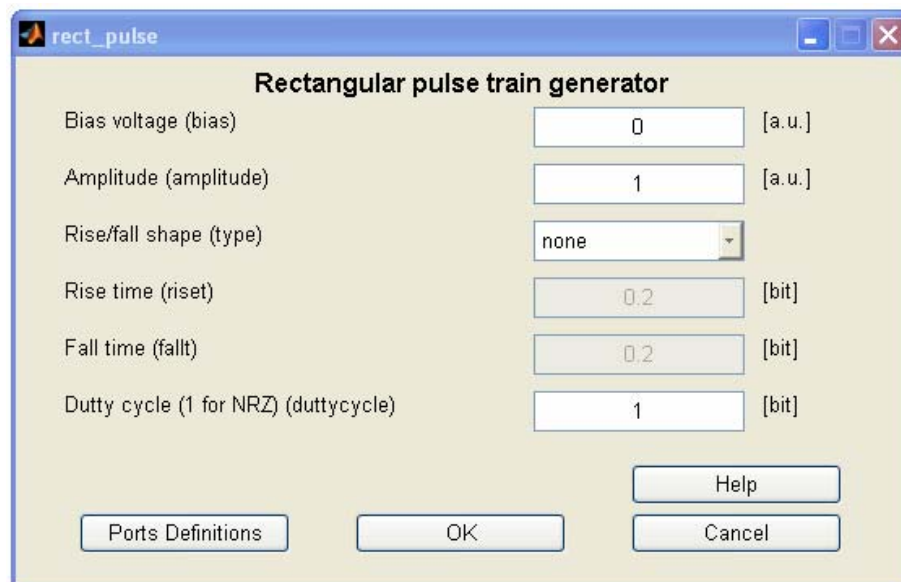


Figura 149- Parâmetros do Rectangular Electrical Pulse

Bias Voltage – **Edit box** – permite introduzir a tenção de bias do pulso eléctrico.

Opções:	$[-\infty, +\infty]$
Valor por defeito	0

Amplitude - **Edit box** - permite introduzir a amplitude do sinal rectangular que se pretende gerar.

Opções:	$[-\infty, +\infty]$
Valor por defeito	1

Rise/fal shape (type) - **Popup menu** - permite escolher o formato de subida/descida do pulso.

Opções:	'none'	Sem formato
	'exponential'	Formato exponencial
	'gaussian'	Formato gaussiano
	'linear'	Formato linear
	'sine'	Formato seno

Rise time (riset) - **Edit box** - permite introduzir o tempo de subida do pulso, em termos de bit. No caso de não se optar por nenhum formato de pulso (opção 'none'), este campo não é válido.

Opções:	[0,1]
Valor por defeito	0.2 [bit]

Fall time (fallt) - **Edit box** - permite introduzir o tempo de descida do pulso, em termos de bit. No caso de não se optar por nenhum formato de pulso (opção 'none'), este campo não é válido.

Opções:	[0,1]
Valor por defeito	0.2 [bit]

Duty cycle - **Edit box** - permite introduzir a relação temporal de on/off de um dado bit. No caso de 1 este representará um formato de sinal NRZ.

Opções:	$[-\infty, +\infty]$
Valor por defeito	1

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.12.2 Laser CW

Este módulo produz um campo óptico variável no tempo, cuja frequência e potência média são controláveis.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Sources:*

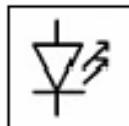


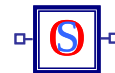
Figura 150- Imagem do componente Laser CW

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Para este componente a estrutura sinal à entrada encontra-se vazia!
----------	------------------	---

Saída:



Sinal_out	Sinal de saída	Sinal do tipo óptico variável no tempo
sinal_out	sinal_out	Sinal de saída do componente
sinal_out.x:	sinal_out.x:	Sinal em x
sinal_out.y:	sinal_out.y:	Sinal em y
sinal_out.type:	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
sinal_out.noise_DSP:	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
sinal_out.bin:	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
sinal_out.bit_rate:	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
sinal_out.fsignal:	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

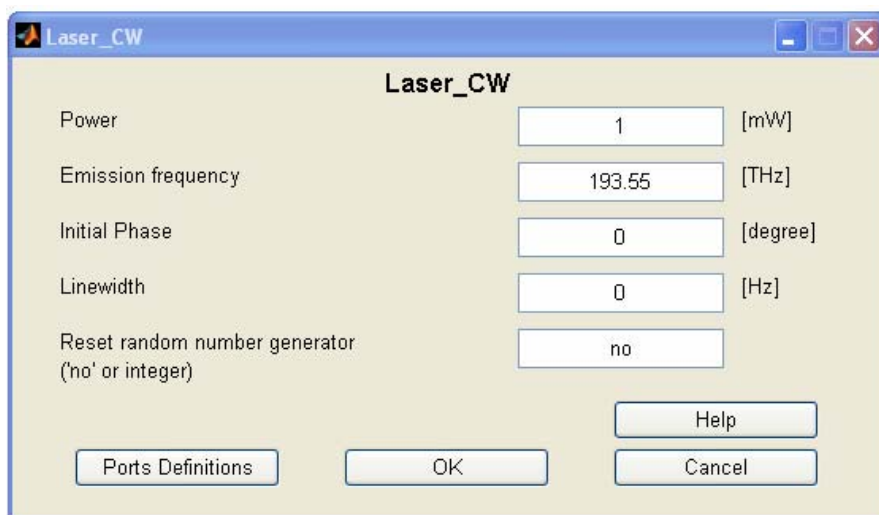


Figura 151- Janela de configuração dos parâmetros da Laser CW

Power - **Edit box** - permite introduzir a potência média de saída do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0.01 [W]

Emission frequency - **Edit box** - permite introduzir a frequência de emissão do laser.



Opções:	[NUM.fref - NUM.fa ; NUM.fref + NUM.fa]
Valor por defeito	NUM.fref = 193.55 [THz]

Initial phase – **Edit box** – permite introduzir a fase inicial do sinal óptico emitido.

Opções:	[0°, 360°]
Valor por defeito	0 [degree]

Linewidth – **Edit box** – permite introduzir a largura espectral do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0 [Hz]

Reset random number generator – **Edit box** – permite especificar de que forma deve o ruído de emissão do laser gerado.

Opções:	'no' ou 'integer'
Valor por defeito	'no'

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

O Modelo Utilizado

De modo a considerar a largura espectral do laser, esta função contém um gerador de ruído branco Gaussiano, que modula em frequência o sinal à saída do laser. Assim sendo o campo óptico à saída do laser é dado por:

$$O_{out}(t) = \sqrt{P_{avg}} \cdot e^{j2\pi f_{osc} t} \cdot e^{j \int_0^t w(\tau) d\tau} \quad (1.)$$

Onde $w(\tau)$ é ruído branco de variância $2\pi\Delta f$, onde Δf é a largura de banda espectral do laser.

Testes

Para atestar o funcionamento deste módulo, apresentamos na figura seguinte o espectro óptico de um laser com largura espectral de 1MHz, à saída do módulo de LaserCW e o equivalente no VPI (a potência média dos sinais é de 1mW e a sua frequência igual a 193.55THz).

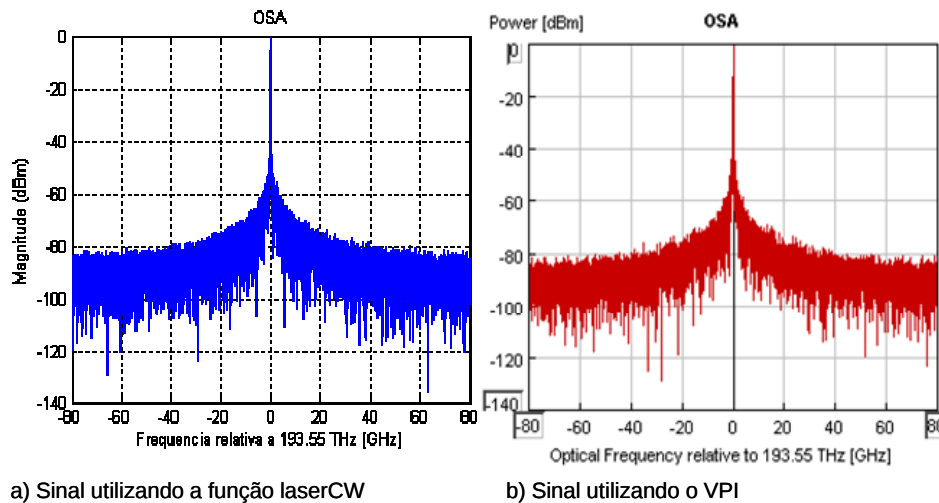


Figura 152- Comparação do espectro óptico de sinais à saída de um laser.

7.12.3 RaisedCos Electrical Pulse

Este módulo gera um impulso eléctrico em formato coseno-elevado em função de uma sequência binária à sua entrada.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Sources:*

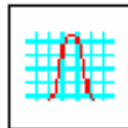


Figura 153- Imagem do componente Raised-cos Eléctrical Pulse

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo lógico com uma sequencia binária
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo lógico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída do tipo eléctrico dependente da sequencia binária.
sinal_out		Sinal de saída do componente
sinal_out.x:		Sinal em x
sinal_out.y:		Sinal em y (sem significado)
sinal_out.type:		Sinal do tipo eléctrico
sinal_out.noise_DSP:		Componente DEP do ruído à saída
sinal_out.bin:		Sequência binária inicial
sinal_out.bit_rate:		Ritmo de transmissão
sinal_out.fsignal:		Frequência de referência do sinal

Parâmetros

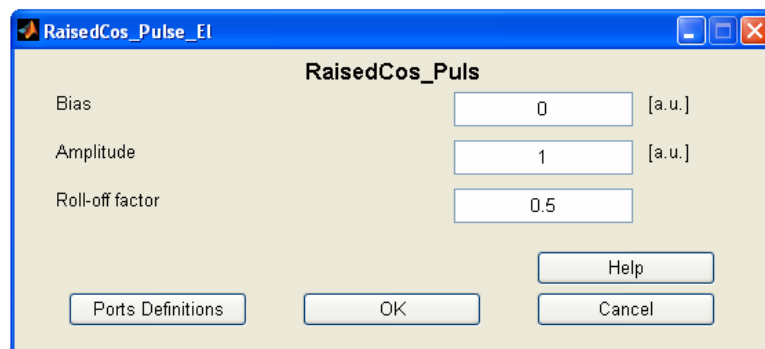


Figura 154- Parâmetros do Raised-cos Eléctrical Pulse

Bias - **Edit box** - permite introduzir a tenção de bias do pulso eléctrico.

Opções:	$[-\infty, +\infty]$
Valor por defeito	0

Amplitude - **Edit box** - permite introduzir a amplitude do sinal rectangular que se pretende gerar.

Opções:	$[-\infty, +\infty]$
Valor por defeito	1

Roll-off factor - **Edit box** - permite introduzir o factor rolloff.

Opções:	$[-\infty, +\infty]$
Valor por defeito	0.5

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.12.4 Triangular Electrical Pulse

Este módulo gera um impulso eléctrico triangular em função de uma sequência binária à sua entrada.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes ***Sources:***

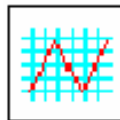


Figura 155- Imagem do componente Triangular Eléctrical Pulse

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo lógico com uma sequencia binária
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo lógico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída do tipo eléctrico dependente da sequencia binária.
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

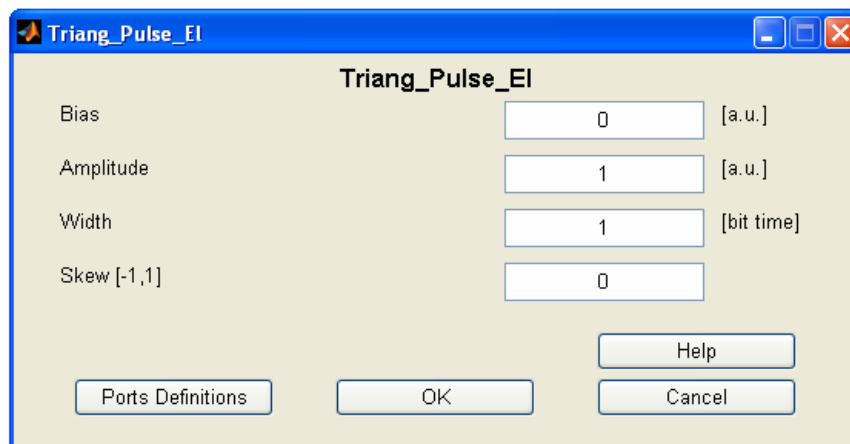


Figura 156- Parâmetros do Triangular Eléctrical Pulse

Bias - **Edit box** - permite introduzir a tensão de bias do pulso eléctrico.

Opções:	$[-\infty, +\infty]$
Valor por defeito	0

Amplitude - **Edit box** - permite introduzir a amplitude do sinal rectangular que se pretende gerar.

Opções:	$[-\infty, +\infty]$
Valor por defeito	1

Width - **Edit box** - permite introduzir a largura da forma triangular por cada impulso.

Opções:	$[0, +\infty]$
Valor por defeito	1 [bit time]

Skew - **Edit box** - permite introduzir o declive do sinal triangular que se pretende gerar.

Opções:	$[-1, +1]$
Valor por defeito	1

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.12.5 Fonte Electrica DC

Este módulo produz uma tensão / corrente eléctrica constante.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Sources:*



Figura 157- Imagem do componente Fonte Eléctrica DC

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Para este componente a estrutura sinal à entrada encontra-se vazia!
----------	------------------	---

Saída:



Sinal_out	Sinal de saída	Sinal do tipo óptico variável no tempo
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

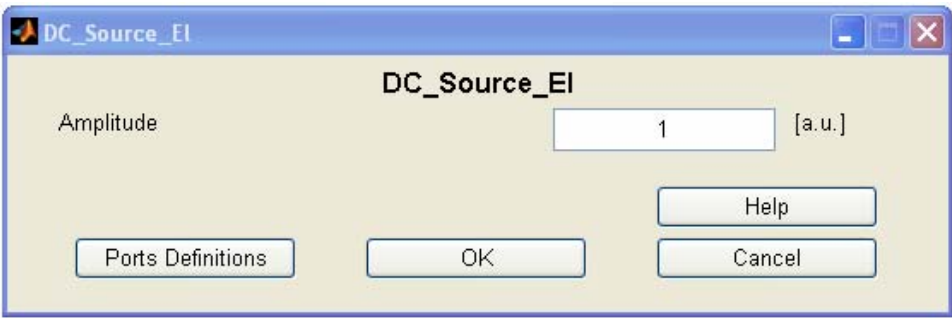


Figura 158- Janela de configuração dos parâmetros da Fonte Eléctrica DC

Amplitude - **Edit box** - permite introduzir a amplitude do sinal DC que se pretende gerar.

Opções:	[0, +∞]
Valor por defeito	1

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.12.6 Modulador Mach-Zehnder com Laser CW Ideal

Este módulo incorpora um modulador Mach-Zehnder juntamente com um laser CW ideal. A resposta do MZI é aproximada por um filtro de Bessel de ordem n .

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **Sources:**

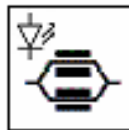


Figura 159- Imagem do componente laser MZI

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo lógico com uma sequencia binária
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo lógico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:



Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída do tipo eléctrico dependente da sequencia binária.
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

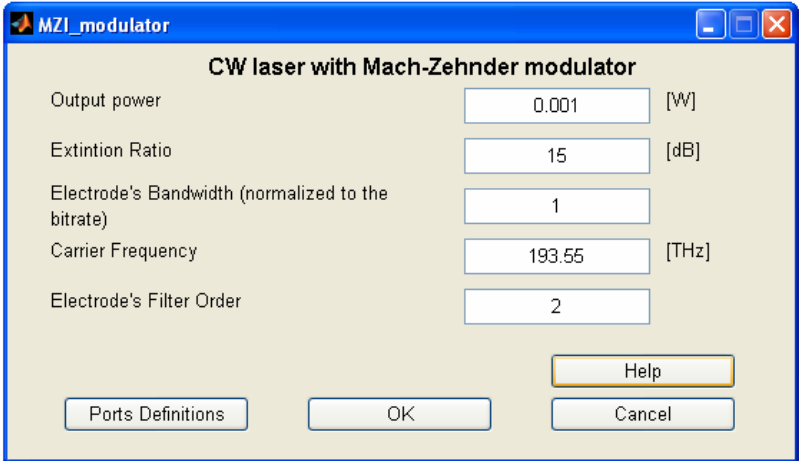
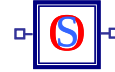


Figura 160- Parâmetros do laser MZI

Output Power – Edit box – permite introduzir a potência média de saída do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0.001 [W]

Extinction Ratio – Edit box – permite introduzir a razão de extensão do modulador.



Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	15 [dB]

Electrode's Bandwidth – **Edit box** – permite introduzir a largura de banda eléctrica do modulador (filtro de Bessel). Este valor deve ser normalizado em relação ao bitrate do sistema.

Opções:	[0,1]
Valor por defeito	1

Carrier Frequency – **Edit box** – permite introduzir a frequência da protadora.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	193.55 [THz]

Electrode's Filter Order – **Edit box** – permite especificar a ordem do filtro de Bessel, para a aproximação da resposta do modulador MZI

Opções:	[1,10]
Valor por defeito	2

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.12.7 Optical Gaussian Pulse

Este componente gera um impulso óptico gaussiano ou super gaussiano, modulado por uma sequência binária à entrada.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **Sources:**

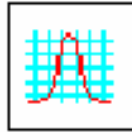


Figura 161- Imagem do componente Optical Gaussian Pulse

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo lógico com uma sequencia binária
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo lógico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:



Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída do tipo eléctrico dependente da sequencia binária.
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

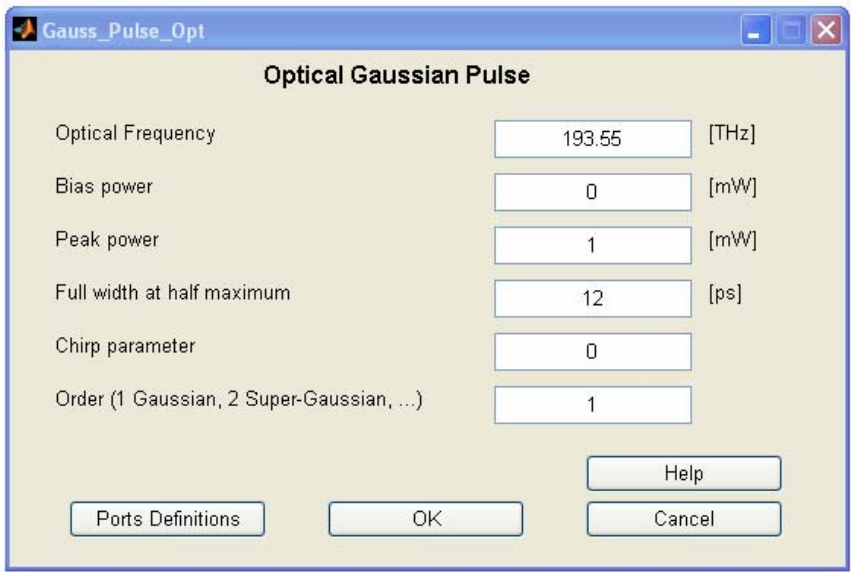
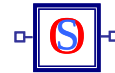


Figura 162- Parâmetros do Optical Gaussian Pulse

Optical Frequency - Edit box - permite introduzir a frequência de funcionamento.

Opções:	Valor positivo	
Valor por defeito	193.55 [THz]	



Bias power – **Edit box** – permite introduzir a potência de bias do sinal.

Opções:	[0, +∞]
Valor por defeito	0 [mW]

Peak power – **Edit box** – permite introduzir a potência de pico do sinal.

Opções:	[0, +∞]
Valor por defeito	1 [mW]

Full Width at half maximum – **Edit box** – permite introduzir o FWHM, ou seja, a duração do pulso a meia altura.

Opções:	[0, +∞]
Valor por defeito	12 [ps]

Chirp parameter – **Edit box** – permite introduzir o factor de chirp.

Opções:	$[-\infty, +\infty]$
Valor por defeito	0

Order (1 Gaussian, 2 Super Gaussian,...) – **Edit box** – permite especificar a ordem do filtro.

Opções:	[1,10]	
Valor por defeito	2	

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.12.8 Optical Pulse

Este componente gera um impulso óptico, modulado por uma sequência binária à entrada.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Sources:*

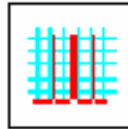


Figura 163- Imagem do componente Optical Pulse

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo lógico com uma sequencia binária
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo lógico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:



Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída do tipo eléctrico dependente da sequencia binária.
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

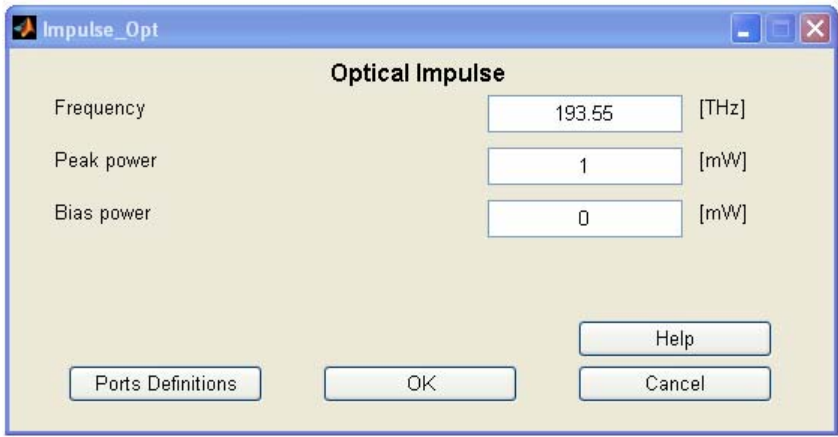


Figura 164- Parâmetros do Optical Pulse

Frequency – Edit box – permite introduzir a frequência de funcionamento.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	193.55 [THz]

Peak power – Edit box – permite introduzir a potência de pico do sinal.

Opções:	$[0, +\infty]$
Valor por defeito	1 [mW]

Bias power – **Edit box** – permite introduzir a potência de bias do sinal.

Opções:	$[0, +\infty]$
Valor por defeito	0 [mW]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.12.9 Optical Sechant Pulse

Este componente gera um impulso óptico em formato de secante hiperbólica, modulado por uma sequência binária à entrada.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes ***Sources:***

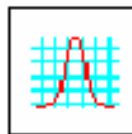


Figura 165- Imagem do componente *Optical Sechant Pulse*

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo lógico com uma sequencia binária
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo lógico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída do tipo eléctrico dependente da sequencia binária.
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

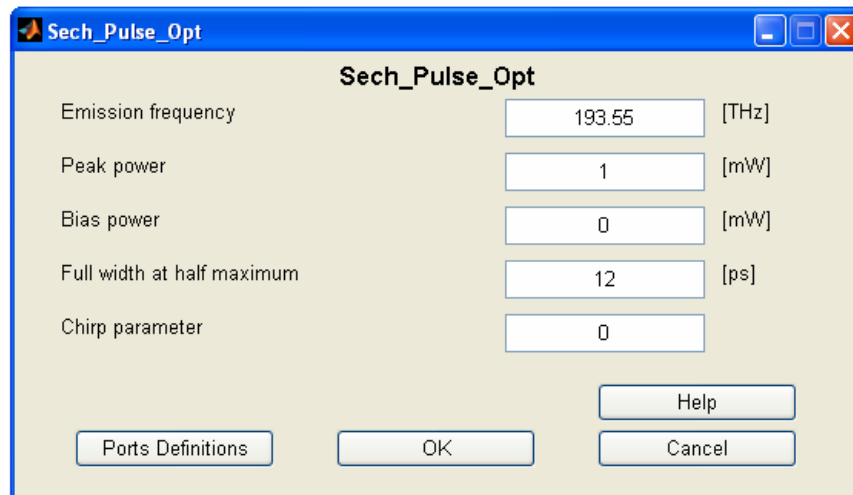


Figura 166- Parâmetros do Optical Sechant Pulse

Emission Frequency - **Edit box** - permite introduzir a frequência de emissão.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	193.55 [THz]

Peak power - **Edit box** - permite introduzir a potência de pico do sinal.

Opções:	$[0, +\infty]$
Valor por defeito	1 [mW]

Bias power - **Edit box** - permite introduzir a potência de bias do sinal.

Opções:	$[0, +\infty]$
Valor por defeito	0 [mW]

Full Width at half maximum - **Edit box** - permite introduzir o FWHM, ou seja, a duração do pulso a meia altura.

Opções:	$[0, +\infty]$
Valor por defeito	12 [ps]

Chirp parameter - **Edit box** - permite introduzir o factor de chirp.

Opções:	$[-\infty, +\infty]$
Valor por defeito	0

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.13 Visualizers

7.13.1 Value Display

Este módulo faz o display de um sinal do tipo Value/String

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Visualizers*:

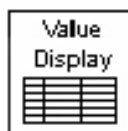
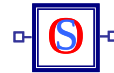


Figura 167- Imagem do componente Value display

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
	* Consultar início do capítulo (página 55)



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo valor
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Array de células com os nomes das variáveis
	sinal_in.y:	Array de células com o valor das variáveis descritas em x
	sinal_in.type:	Sinal do tipo valor
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

O sinal *value* de entrada pode ser um sinal apenas ou um conjunto de M sinais, cada sinal correspondente a um porto de entrada (M portos).

Saída:

Neste componente não existe sinal de saída.

Parâmetros

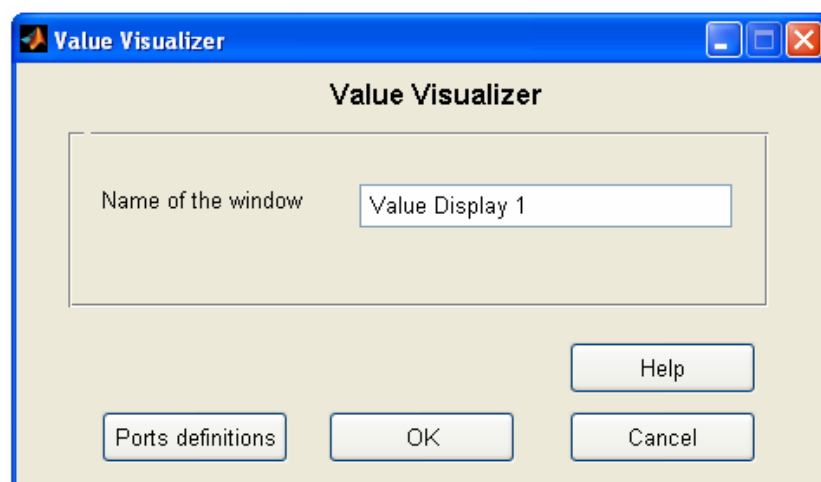


Figura 168- Janela de configuração dos parâmetros do Value Visualizer

Name of the window – **Edit box** – permite introduzir o nome da janela que apresenta os resultados.

Opções:	String
Valor por defeito	"Value Display 1"

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Eye diagram, Power meter, Scope, OSA.

7.13.2 Multi Visualizer

Este módulo faz o display de um sinal tendo em atenção o tipo de simulação seleccionado (*Numerical* ou *Semi_analytical*). Apresenta como resultado o sinal juntamente com o ruído numa simulação *numerical* e oferece a possibilidade ao utilizador de ver o sinal com ou sem ruído na opção *semi_analytical*. Este módulo permite a visualização do sinal nas condições anteriores através do traçado do OSA (analisador de espectro óptico), diagrama de olho, espectro eléctrico e *scope* (traçado da potência óptica).

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **Visualizers**:

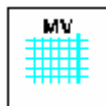


Figura 169- Imagem do componente Multi Visualizer

Entradas:

NUM

Parâmetros numéricos

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo valor
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Array de células com os nomes das variáveis
	sinal_in.y:	Array de células com o valor das variáveis descritas em x
	sinal_in.type:	Sinal do tipo valor
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

O *Multi_Visualizares* apresenta na saída a seguinte janela de interacção com o utilizador.

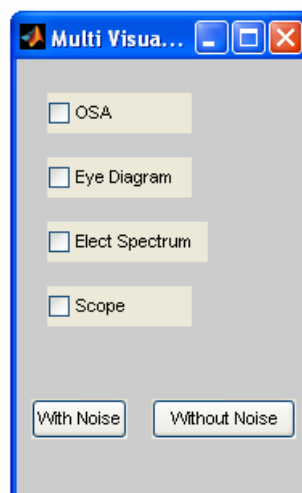


Figura 170- Janela de interacção com o utilizador do Multi Visualizer

Nesta janela é possível escolher o visualizer pretendido (*OSA*, *Eye Diagram*, *Elect Spectrum*, *Scope*) e ainda a forma como se pretende ver a o

resultado (com ou sem ruído). A opção sem ruído apenas é válida quando se tem uma simulação do tipo *semi_analytical*. **Nota:** Na versão actual este tipo de simulação ainda não está completamente operacional.

Parâmetros

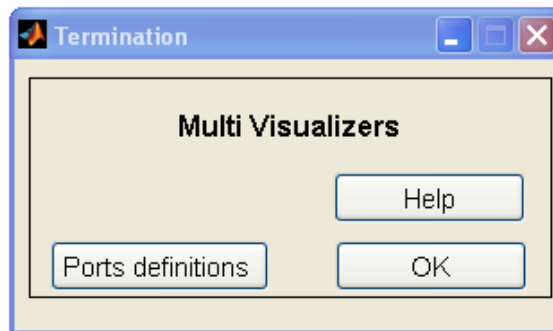


Figura 171- Janela de configuração dos parâmetros do Multi Visualizer

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Eye diagram, Electrical Spectrum, Scope, OSA.

7.13.3 Band Energy

A partir de um sinal eléctrico, efectua o cálculo da energia total de um espectro e de uma banda compreendida entre duas frequências.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Visualizers*:

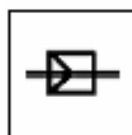


Figura 172- Imagem do componente Band Energy

Entradas:

NUM | Parâmetros numéricos |
 * Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo eléctrico
	sinal_in	Sinal se entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Neste caso o sinal de saída apresenta dois resultados, o valor da energia contida no sinal e o valor da energia contida entre as duas frequências. Os valores são devolvidos nos índices 1 e 2 do sinal_out.y respectivamente.

Sinal_out	Sinal de saída	- Energia contida na banda [f1;f2] - Energia total do sinal
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	sinal_out.x(1) = 'tot_ener'
		sinal_out.x(2) = 'band_ener'
	sinal_out.y:	sinal_out.y(1) = valor de tot_ener
		sinal_out.y(2) = valor de band_ener
	sinal_out.type:	Sinal do tipo <i>value</i> .
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros:

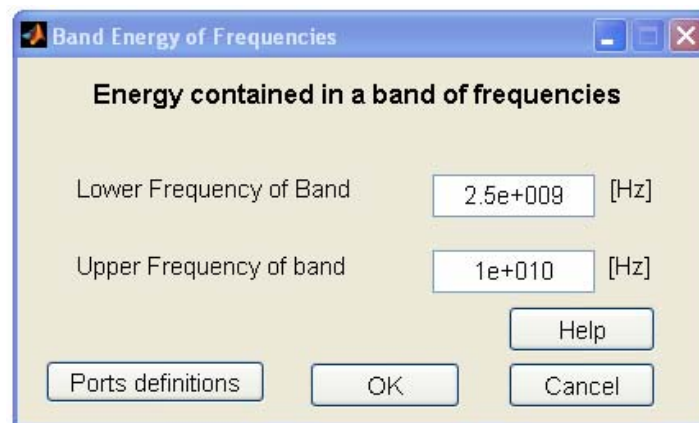


Figura 173- Janela de configuração dos parâmetros do Band Energy

Lower Frequency of band - **Edit box** - permite escolher a frequência inferior da banda pretendida.

Upper Frequency of band - **Edit box** - permite escolher a frequência superior da banda pretendida.

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Power Meter.

7.13.4 Electrical Spectrum

Esta função permite efectuar o traçado do espectro de um sinal eléctrico.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Visualizers:*

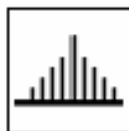


Figura 174- Imagem do componente *Electrical spectrum*

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada eléctrico.
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y (sem significado)
	sinal_in.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Este componente não devolve sinal de saída!

Parâmetros

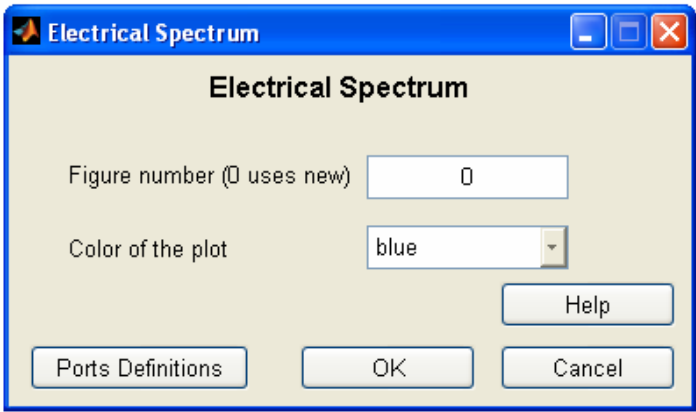


Figura 175- Janela de configuração dos parâmetros do Electrical Spectrum

Number of the figure - **Edit box** - permite escolher o número da figura onde será desenhado o espectro do sinal

Opções: | Numero inteiro positivo

Color of the plot - **Popup menu** - permite escolher a cor com que o gráfico vão ser desenhado.

Opções:		'blue'
		'green'
		'red'
		'cyan'
		'magenta'
		'yellow'

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: EYE_Diag, photodiode PIN, SCOPE.

7.13.5 Power Meter

Este módulo calcula a potência média de um sinal óptico ou eléctrico, em que a potência instantânea é igual ao quadrado do módulo do campo óptico nesse instante. No caso de um sinal eléctrico, calcula a potência média do sinal relativo a uma carga de 1Ω .

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes ***Visualizers:***

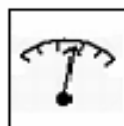


Figura 176- Imagem do componente Power Meter

Entradas:

NUM		Parâmetros numéricos	
* Consultar início do capítulo (página 55)			



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico ou eléctrico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Neste módulo não existe sinal de saída

Parâmetros

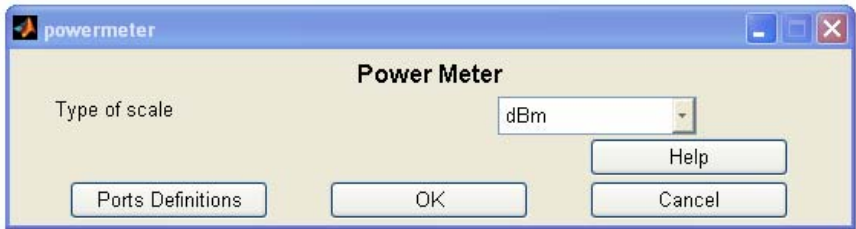


Figura 177- Janela de configuração dos parâmetros do Power meter

Type of scale - **Popup menu** - permite escolher o tipo de escala para efectuar a medição da potência do sinal.

Opções:	'W'	Escala linear relativa a 1W
	'dBm'	Escala logarítmica relativa a 1mW
	'dBw'	Escala logarítmica relativa a 1W
Valor por defeito	'dBm'	



Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: SCOPE, OSA, Electrical Spectrum, Eye diagram.

7.13.6 Scope

Este módulo efectua o traçado da potência óptica (que se define como o quadrado do módulo do campo óptico) de um sinal óptico ou da amplitude de um sinal eléctrico.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Visualizers:*



Figura 178- Imagem do componente Scope

Entradas:

NUM

| Parâmetros numéricos |

* Consultar início do capítulo (página 55)



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico ou eléctrico
	sinal_in	Sinal se entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Neste módulo não existe sinal à saída
-----------	----------------	---------------------------------------

Parâmetros

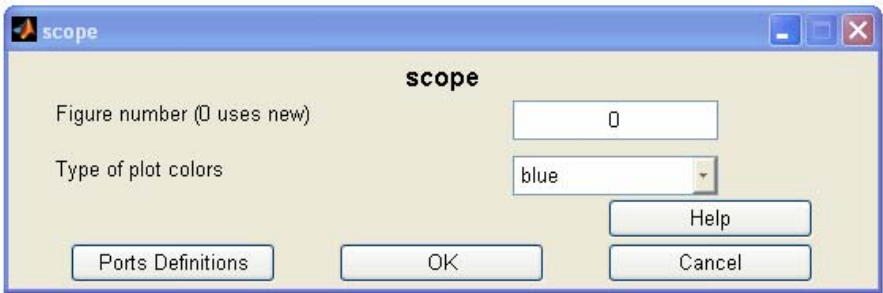
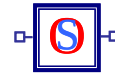


Figura 179- Janela de configuração dos parâmetros do Scope

Number of the figure – **Edit box** – permite introduzir o número da figura onde será feito o desenho do traçado.

Opções:	Valor inteiro positivo
Valor por defeito	1



Type of plot colors – **Popup menu** – permite escolher a cor que o traçado terá depois de desenhado.

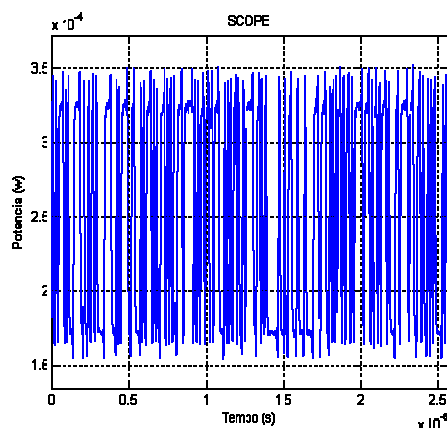
Opções:	'blue'
	'red'
	'green'
	'yellow'
	'cyan'
	'magenta'
Valor por defeito	'blue'

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

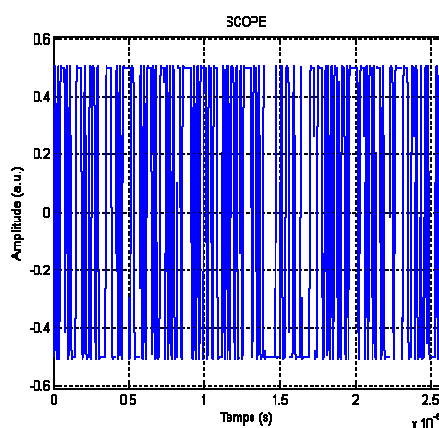
Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Testes

Na figura seguinte observamos o traçado da potência de um sinal óptico e da amplitude de um sinal eléctrico nos tempos, conseguido através da utilização deste módulo.



a) Potência de um sinal óptico



b) Amplitude de um sinal eléctrico

Exemplo 180- Traçados devolvidos pela função SCOPE

Ver também: Power Meter, OSA, Electrical Spectrum, Eye diagram.

7.13.7 Optical Spectrum Analyser – OSA

Este módulo simula um analisador de espectro óptico (OSA), a resolução é, contudo, muito superior à existente num destes aparelhos comerciais, uma vez que é igual a $\Delta\lambda/N$.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes ***Optical Visualizers:***

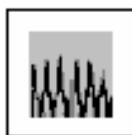


Figura 181- Imagem do componente OSA

Entradas:

NUM

Parâmetros numéricos

* Consultar início do capítulo (página 55)



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal óptico de entrada
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico com polarização
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

O sinal óptico de entrada pode ser um sinal apenas (vector linha ou coluna) ou um conjunto de M sinais, cada sinal correspondente a um porto de entrada (M portos).

Saída:

Neste componente o sinal de saída não se aplica

Parâmetros

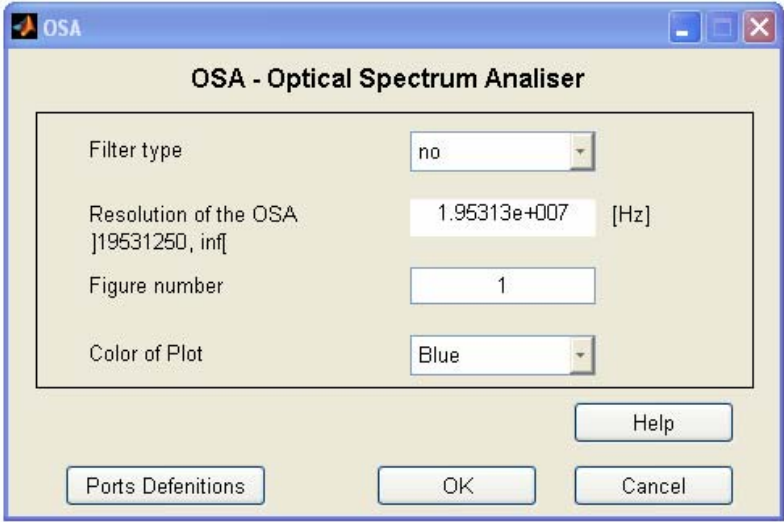
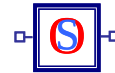


Figura 182- Janela de configuração dos parâmetros do OSA

Filter type – **Popup menu** – permite escolher o tipo de filtro a aplicar ao sinal.



Opções:	'rect'	Filtro rectangular
	'gaussian'	Filtro Gaussiano
	'no'	Utiliza-se a máxima resolução*
Valor por defeito	'no'	

* NUM.fa/NUM.npts

Resolution of the OSA - **Edit box** - permite introduzir a resolução de desenho do OSA. Esta opção não se aplica se não for utilizado filtro (*Filter type* - 'No').

Opções:	] NUM.fa/NUM.npts, +∞[
Valor por defeito	2.5e ⁹ [Hz]

Figure number - **Edit box** - permite introduzir o número da figura de desenho do OSA.

Opções:	Valor inteiro positivo
Valor por defeito	1

Color of plot - **Edit box** - permite introduzir o número da figura de desenho do OSA.

Opções:	'blue'
	'black'
	'red'
	'green'
	'cyan'
	'magenta'
	'yellow'

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.



Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Eye diagram, Power meter, Scope

7.13.8 Eye diagram

Este módulo efectua o traçado do diagrama de olho da potência de sinais ópticos e da amplitude de sinais eléctricos.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes *Visualizers*:



Figura 183- Imagem do componente Eye diagram

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos	
* Consultar início do capítulo (página 55)		



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico ou eléctrico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

Sinal_out	Sinal de saída	Sinal de saída do tipo eléctrico dependente da sequencia binária.
	sinal_out	Sinal de saída do componente
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

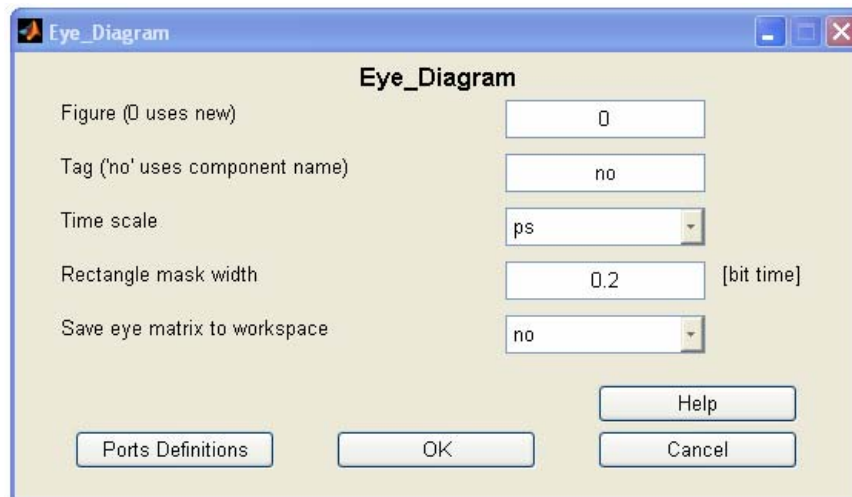


Figura 184- Janela de configuração dos parâmetros do Eye diagram

Figure - **Edit box** - permite introduzir o número da figura onde será apresentado o diagrama de olho. No caso do valor ser '0' será usada uma nova figura.

Opções:	Valor inteiro positivo
Valor por defeito	0

Tag - **Edit box** - permite introduzir o nome do sinal a representar no diagrama de olho. A opção 'no' denomina o sinal com o nome do componente. (EyeDiagram#)

Opções:	string
Valor por defeito	'no'

Time scale - **Popup menu** - permite introduzir a escala de visualização do diagrama de olho, em fracções de segundo.

Opções:	'ps'
	'ns'
	'us'
	'ms'
	's'
Valor por defeito	ps

Rectangular Mask Width – **Edit box** – permite introduzir a largura do rectângulo que permite medir a abertura do diagrama de olho, normalizado.

Opções:	Valor inteiro positivo
Valor por defeito	0.2

Save eye matrix to workspace – **Popup menu** – possibilita a operação de guardar a matriz de representação do diagrama de olho no workspace.

Opções:	'no'
	'yes'
Valor por defeito	no

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: SCOPE, OSA, Electrical Spectrum, Power Meter.

7.13.9 Eye diagram (2)

Este módulo efectua o traçado do diagrama de olho da potência de sinais ópticos e da amplitude de sinais eléctricos. Este componente, denominado eye_diag, é um modelo mais simplista que o anterior, e não possui porto de saída.

O componente:



Contido no directório de selecção de componentes *Visualizers*:



Figura 185- Imagem do componente Eye diag.

Entradas:

NUM | Parâmetros numéricos |
* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada óptico ou eléctrico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saída:

| Neste componente o sinal de saída não se aplica

Parâmetros



Figura 186- Janela de configuração dos parâmetros do Eye diag.

Number of the figure to eye diagram - **Edit box** - permite introduzir o número da figura onde será apresentado o diagrama de olho.

Opções:	Valor inteiro positivo
Valor por defeito	1

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: SCOPE, OSA, Electrical Spectrum, Power Meter.

7.14 Módulos 3G

7.14.1 Bit Error Rate - 3G

Este módulo calcula a probabilidade de erro de bit (BER).

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

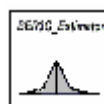


Figura 187- Imagem do componente BER3G

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	



Sinal_in	Sinal de entrada	Sinal de entrada do tipo eléctrico
	sinal_in	Sinal de entrada do componente
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	- Probabilidade de erro de bit (BER)
	sinal_out	Sinal de saída eléctrico
	sinal_out.x:	Sinal de saída do componente
	sinal_out.y:	Sinal em x
	sinal_out.type:	Sinal em y
	sinal_out.noise_DSP:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.bin:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bit_rate:	Sequência binária inicial
	sinal_out.fsignal:	Ritmo de transmissão

Parâmetros

Este componente não apresenta parâmetros.

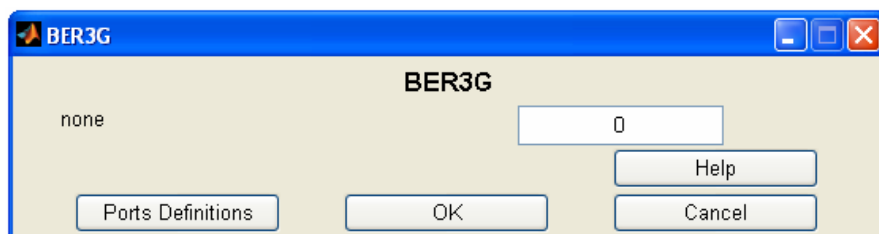


Figura 188- Janela de configuração dos parâmetros do BER3G

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.2 Bipolar Generator

Este módulo gera sinais aleatórios bipolares (Gerador bipolar).

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

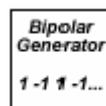


Figura 189- Imagem do componente Bipolar Generator

Entradas:

Este módulo não possui entradas.

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
sinal_out	sinal_out	Sinal de saída do componente
sinal_out.x:	sinal_out.x:	Sinal em x
sinal_out.y:	sinal_out.y:	Sinal em y
sinal_out.type:	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
sinal_out.noise_DSP:	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
sinal_out.bin:	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
sinal_out.bit_rate:	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
sinal_out.fsignal:	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

Este componente não apresenta parâmetros.

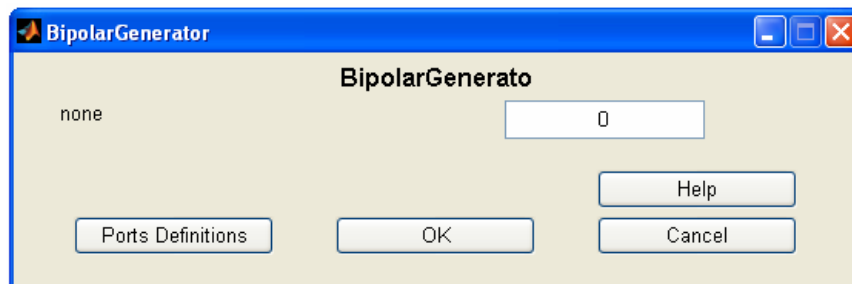


Figura 190- Janela de configuração dos parâmetros do Bipolar Generator

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.3 Bi-Unipolar

Transforma todos os elementos bipolares (1,-1) em elementos unipolares (1,0).

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

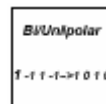


Figura 191- Imagem do componente Biunipolar

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada
sinal_in	Matriz bipolar
sinal_in.x:	Sinal em x
sinal_in.y:	Sinal em y
sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída
sinal_out	Matriz unipolar
sinal_out.x:	Sinal em x
sinal_out.y:	Sinal em y
sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

Este componente não apresenta parâmetros.

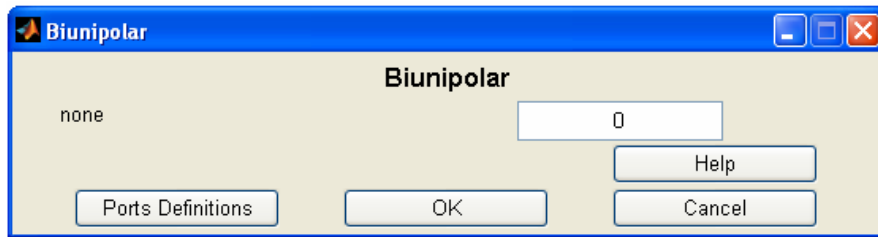


Figura 192- Janela de configuração dos parâmetros do Biunipolar

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.4 CER-3G

Este módulo calcula o CER (Chip Error Rate) para sinais com n níveis.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

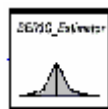


Figura 193- Imagem do componente CER3G

Entradas:

NUM

| Parâmetros numéricos |

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

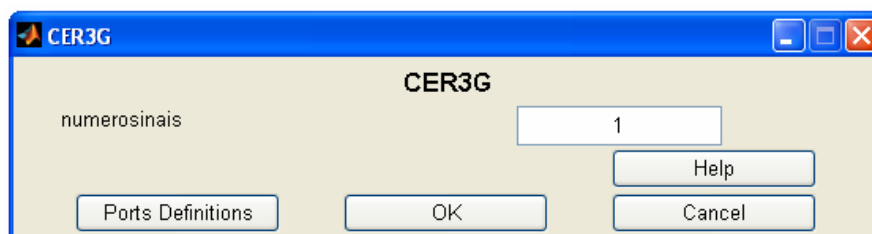


Figura 194- Janela de configuração dos parâmetros do CER3G

Numerosinais - **Edit box** - permite indicar o número de canais que se pretendem colocar no calculo da CER.

Opções: | Numero inteiro positivo

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.5 Channelisation

Este modulo aplica códigos o código ortogonal aumentando o bit rate pelo SF, ou seja, vai determinar os códigos de channelisation.

O componente:

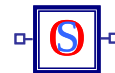
Contido no directório de selecção de componentes **3G**:



Figura 195- Imagem do componente Channelisation

Entradas:

NUM | Parâmetros numéricos |
* Consultar início do capítulo (página 55)



Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

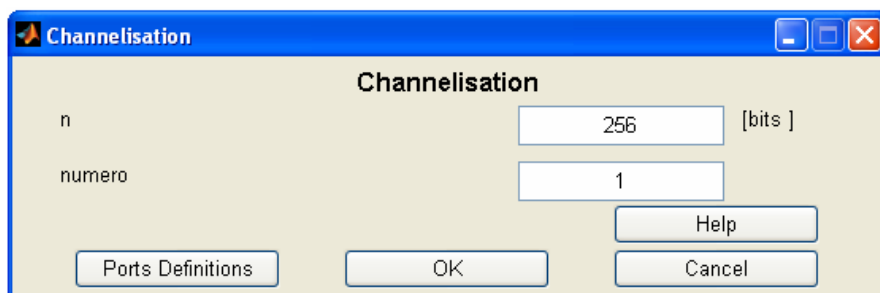


Figura 196- Janela de configuração dos parâmetros do Channelisation

n - **Edit box** - permite indicar o número de bits

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256 [bits]

$numero$ - **Edit box** - número do código ortogonal que implementa este modelo.

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos ports do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Unchannelisation.

7.14.6 DCSum

Este módulo transpõe o sinal para positivo com vista a sua modulação no domínio óptico, ou seja, soma-lhe um valor DC (offset) de modo a tornar o sinal positivo.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

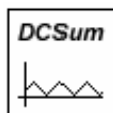


Figura 197- Imagem do componente DCSum

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

Este componente não apresenta parâmetros.



Figura 198- Janela de configuração dos parâmetros do DCSum

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.7 Electroabsorption

Este módulo efectua modulação de amplitude utilizando o modelo do modulador Electroabsorption. Notar que o sinal não pode ser zero devido ao logaritmo (d).

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

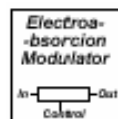
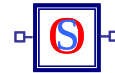


Figura 199- Imagem do componente Electroabsorption

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	



Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Sinal óptico de entrada (Mach Zehnder)
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal
Control_Hi	Sinal de controlo	Sinal eléctrico com a informação de modulação
	sinal_in(2)	Sinal de controlo do componente
	sinal_in(2).x:	Sinal em x
	sinal_in(2).y:	Sinal em y (sem validade)
	sinal_in(2).type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_in(2).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(2).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(2).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(2).fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
sinal_out	sinal_out	
sinal_out.x:	Sinal em x	
sinal_out.y:	Sinal em y	
sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico	
sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída	
sinal_out.bin:	Sequência binária inicial	
sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão	
sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal	

Parâmetros

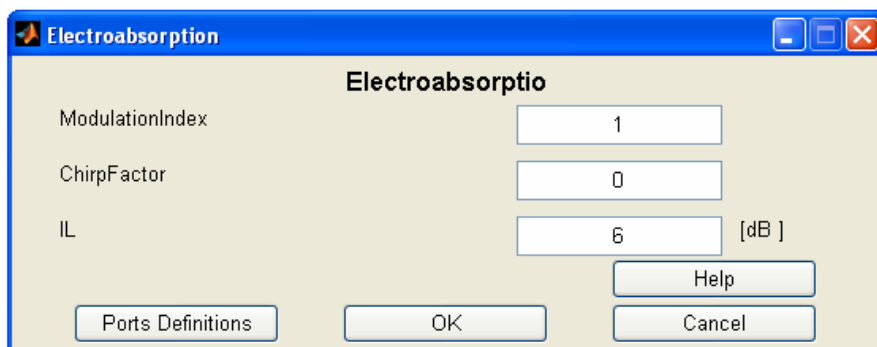


Figura 200- Janela de configuração dos parâmetros do Electroabsorption

ModulationIndex - **Edit box** - permite indicar o índice de modulação

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1

ChirpFactor - **Edit box** - factor de chirp do modulador

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0

IL - **Edit box** - permite introduzir factor de perdas por inserção do modulador

Opções:	
Valor por defeito	6 [dB]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.8 ErrorCounter

Este módulo conta o número de erros presente em todos os canais e todas amostras comparando as suas duas entradas, gravando o valor do número de erros num ficheiro “erros.mat”.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

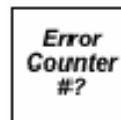


Figura 201- Imagem do componente ErrorCounter

Entradas:

NUM

Parâmetros numéricos

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in(i)	Sinal de entrada	
sinal_in(i)		
sinal_in(i).x:		Sinal em x
sinal_in(i).y:		Sinal em y
sinal_in(i).type:		Sinal do tipo óptico ou eléctrico
sinal_in(i).noise_DSP:		Componente DEP do ruído à entrada
sinal_in(i).bin:		Sequência binária inicial
sinal_in(i).bit_rate:		Ritmo de transmissão
sinal_in(i).fsignal:		Frequência de referência do sinal

i representa cada uma das entradas do componente(por defeito duas) para a posterior comparação amostra a amostra.

Parâmetros

Este componente não apresenta parâmetros.

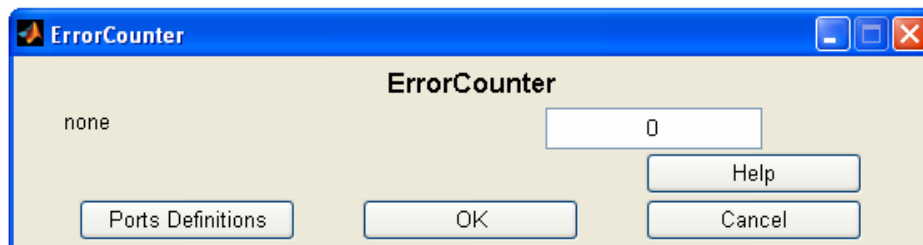


Figura 202- Janela de configuração dos parâmetros do ErrorCounter

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.9 Fiber NL3G

Este módulo simula a propagação de um sinal óptico ao longo de uma fibra que considera efeitos não lineares. Nele tem-se atenção especial como resolver os problemas com a frequência de amostragem dependente do SF.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

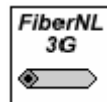


Figura 203- Imagem do componente Fiber NL3G

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Sinal de entrada do tipo óptico
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:



Sinal_out	Sinal de saída	
sinal_out	Sinal de saída do tipo óptico	
sinal_out.x:	Sinal em x	
sinal_out.y:	Sinal em y	
sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico	
sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída	
sinal_out.bin:	Sequência binária inicial	
sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão	
sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal	

Parâmetros

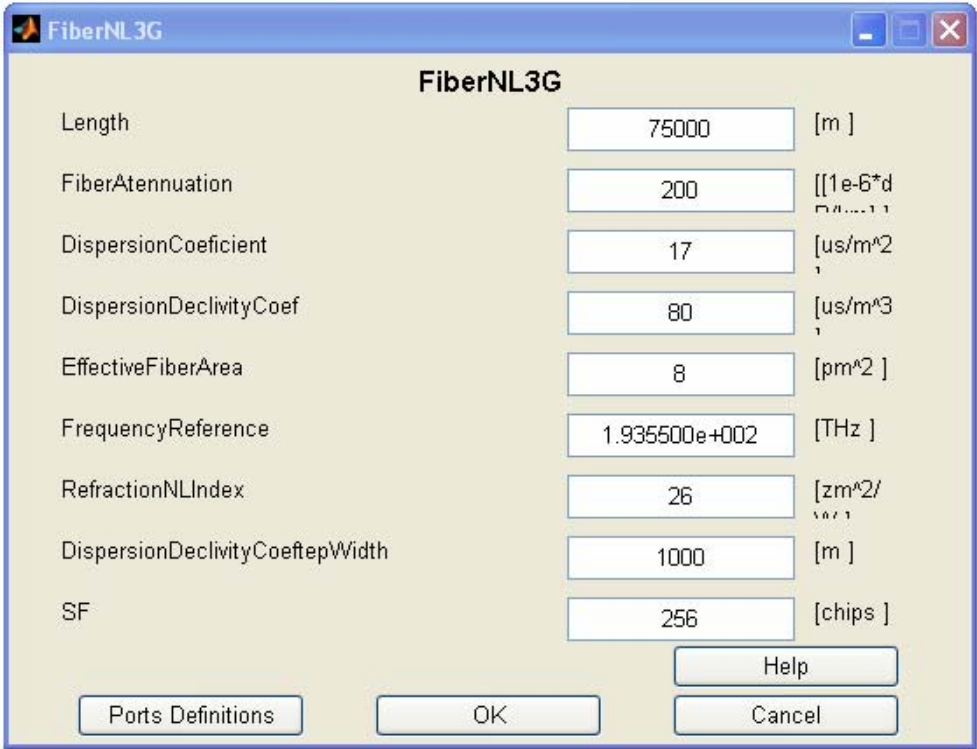


Figura 204- Janela de configuração dos parâmetros do Fiber NL3G

Fiber length – Edit box – permite introduzir o comprimento total da fibra que se pretende simular.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	75000 [m]

Fiber Attenuation – **Edit box** – permite introduzir a atenuação que o sinal sofre ao se propagar na fibra.

Opções:	$[0, 10e^{-2}]$
Valor por defeito	$200 [1e^{-6} \text{dB/km}]$

Dispersion Coefficient – **Edit box** – permite introduzir o coeficiente de dispersão introduzido pela fibra.

Opções:	$[-500e^{-6}, 500e^6]$
Valor por defeito	$1.7e^{-5} [\text{s/m}^2]$

Dispersion Declivity Coefficient – **Edit box** – permite introduzir a derivada do coeficiente de dispersão introduzido pela fibra.

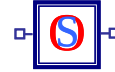
Opções:	$[-1e^3, 1e^3]$
Valor por defeito	$8e^{-5} [\text{s/m}^3]$

Effective fiber area – **Edit box** – permite introduzir a área eficaz do núcleo da fibra.

Opções:	$]0, 1e^{-7}]$
Valor por defeito	$8e^{-11} [\text{m}^2]$

Frequency Reference – **Edit box** – permite introduzir a frequência de referencia para os parâmetros.

Opções:	$]0, \infty[$
Valor por defeito	$1.9355e^{-14} [\text{Hz}]$



Nonlinear refractive index – **Edit box** – permite introduzir o índice de refração não linear da fibra.

Opções:	]0, 20e ⁻²⁰]
Valor por defeito	2.6e ⁻²⁰ [m ² /W]

Length of each section of fiber – **Edit box** – permite introduzir o comprimento de cada secção da fibra utilizado pelo algoritmo.

Opções:	]0, fiber length]
Valor por defeito	1000 [m]

SF – **Edit box** – permite introduzir o spreading factor da fibra.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256 [chips]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.10 **Fir Filter**

Este módulo implementa um filtro FIR.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:



Figura 205- Imagem do componente Fir Filter

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

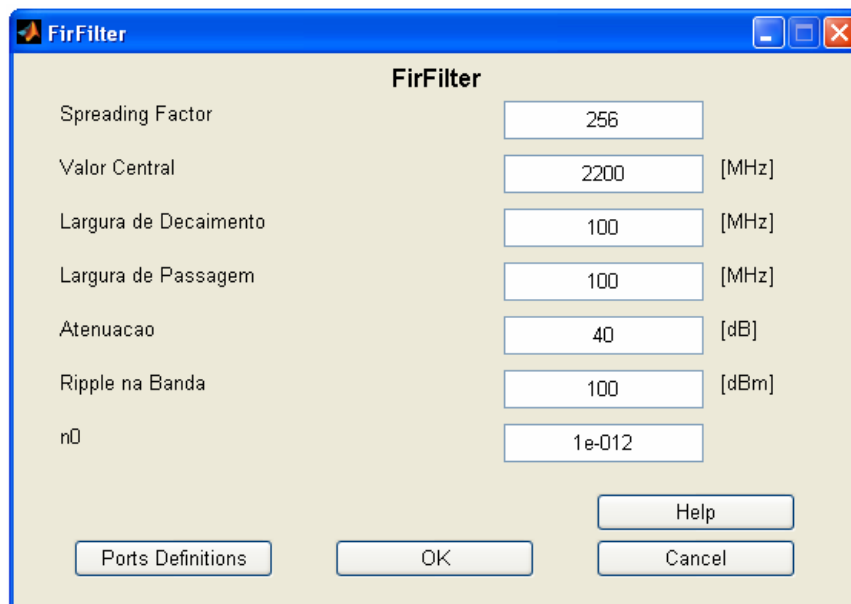
* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros



FirFilter	
Spreading Factor	256
Valor Central	2200 [MHz]
Largura de Decaimento	100 [MHz]
Largura de Passagem	100 [MHz]
Atenuacao	40 [dB]
Ripple na Banda	100 [dBm]
n0	1e-012

Buttons: Ports Definitions, OK, Cancel, Help

Figura 206- Janela de configuração dos parâmetros do Fiber NL3G

Spreading Factor – **Edit box** – permite introduzir o factor de espalhamento do filtro.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256

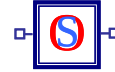
Valor central – **Edit box** – Permite introduzir o valor central para a banda de passagem do filtro passa banda.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	2200 [MHz]

Largura de decaimento – **Edit box** – Permite introduzir a largura de decaimento para a banda de passagem do filtro passa banda.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	100 [MHz]

Largura de passagem– **Edit box** – Permite introduzir a largura de passagem para a banda de passagem do filtro passa banda.



Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	100 [MHz]

Atenuação - **Edit box** - Permite introduzir a atenuação nas bandas de corte introduzida pelo filtro passa banda.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	40 [dB]

Ripple na Banda - **Edit box** - Permite introduzir as variações de ripple na banda de passagem do filtro passa banda.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	100 [dBm]

n0 - **Edit box** - Permite introduzir a densidade espectral de potencia de ruído do filtro passa banda.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1e-12

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.11 Hist3G

Este módulo tem como função fazer o plot do histograma do sinal de entrada. Este histograma é apresentado em 'chips'.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

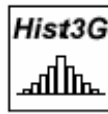


Figura 207- Imagem do componente Hist3G

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
sinal_out	sinal_out	
sinal_out.x:	Sinal em x	
sinal_out.y:	Sinal em y	
sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico	
sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída	
sinal_out.bin:	Sequência binária inicial	
sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão	
sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal	

Parâmetros



Figura 208- Janela de configuração dos parâmetros do Hist3G

Sinalamostrado - **Edit box** - Permite identificar se o sinal é amostrado [valor 1] ou não [valor 0].

Opções:	0/1
Valor por defeito	0

Numbins - **Edit box** - Permite introduzir o número de pontos do histograma.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	100

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.



Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.12 Ideal Adder

Este módulo implementa um somador dos sinais de entrada.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:



Figura 209- Imagem do componente IdealAdder

Entradas:

NUM | Parâmetros numéricos |
* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in(i)	Sinal de entrada	
	sinal_in(i)	
	sinal_in(i).x:	Sinal em x
	sinal_in(i).y:	Sinal em y
	sinal_in(i).type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in(i).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(i).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(i).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(i).fsignal:	Frequência de referência do sinal

i representa cada uma das entradas do componente(por defeito duas).

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

Este componente não apresenta parâmetros.

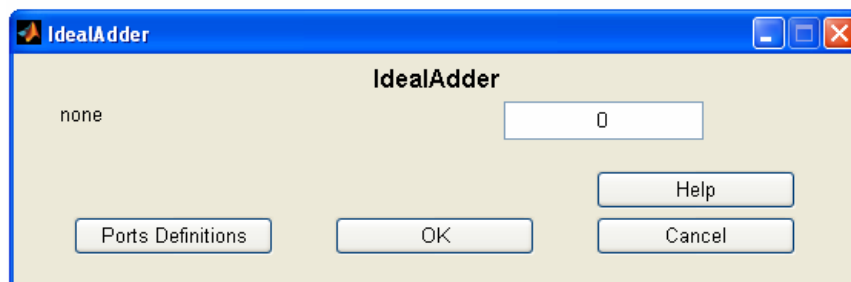


Figura 210- Janela de configuração dos parâmetros do IdealAdder

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.13 Laser3G

Este módulo produz um campo óptico variável no tempo, cuja frequência e potência média são controláveis. Resolve-se os problemas da frequência de amostragem relacionados com SF, para 3G.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:



Figura 211- Imagem do componente Laser3G

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

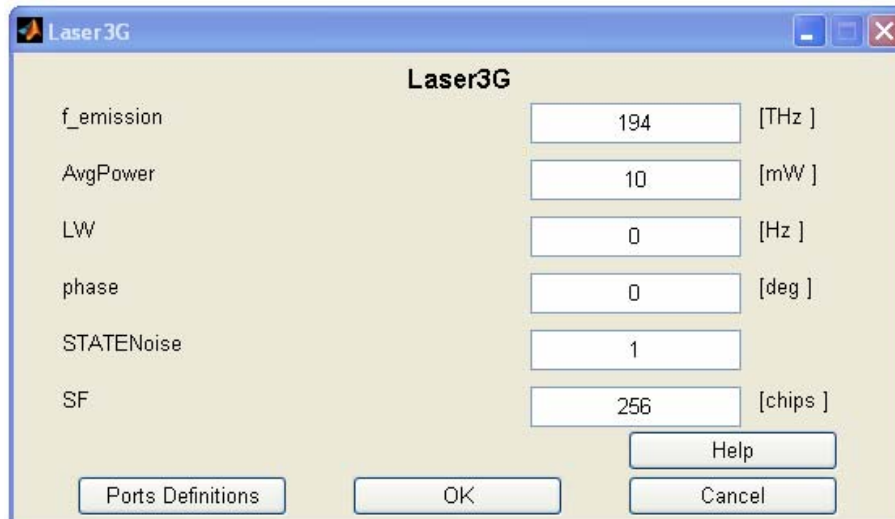


Figura 212- Janela de configuração dos parâmetros do Laser3G

$f_{emission}$ - **Edit box** - permite introduzir a frequência de emissão do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	194 [THz]

$AvgPower$ - **Edit box** - Permite introduzir a potência média do laser

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0.01 [W]

LW - **Edit box** - Permite introduzir a largura espectral do laser

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0 [Hz]

$phase$ - **Edit box** - Permite introduzir a fase do sinal óptico emitido

Opções:	[0°, 360°]	
Valor por defeito	0 [degree]	

STATEnoise – **Edit box** – Estado do gerador de ruído

Opções:	[0/1]
Valor por defeito	1

SF – **Edit box** – permite introduzir o spreading factor do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256 [chips]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.14 LaserMod3G

Este módulo implementa um laser que modela o comportamento de um laser modelado directamente.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

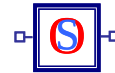


Figura 213- Imagem do componente LaserMod3G

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)



Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Sinal Modulador
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	Sinal de saída do laser
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

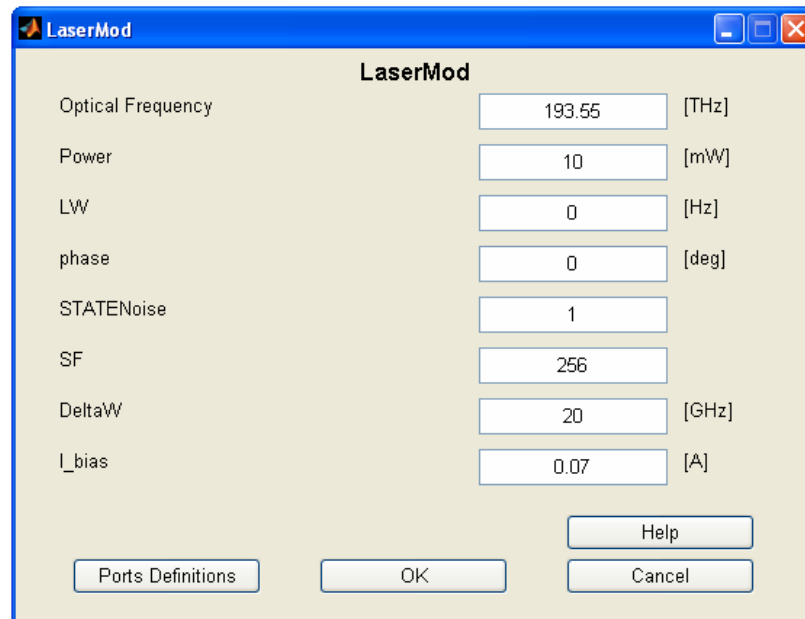


Figura 214- Janela de configuração dos parâmetros do LaserMod3G

Optical Frequency – **Edit box** – permite introduzir a frequência de emissão do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	193.55 [THz]

Power – **Edit box** – Permite introduzir a potência média do laser

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0.01 [W]

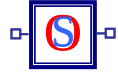
LW – **Edit box** – Permite introduzir a largura espectral do laser

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0 [Hz]

phase – **Edit box** – Permite introduzir a fase do sinal óptico emitido

Opções:	[0°, 360°]	
Valor por defeito	0 [degree]	

STATNoise – **Edit box** – Estado do gerador de ruído



Opções:	[0/1]
Valor por defeito	1

SF – **Edit box** – permite introduzir o spreading factor do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256

deltaW – **Edit box** – permite introduzir o chirp do laser, em GigaHertz por mA.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	20 [GHz]

Ibias – **Edit box** – permite introduzir a corrente de polarização do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0.07 [A]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.15 Laser_DM

Este módulo implementa um laser (de cavidade) directamente modulado.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:



Figura 215- Imagem do componente Laser_DM

Entradas:

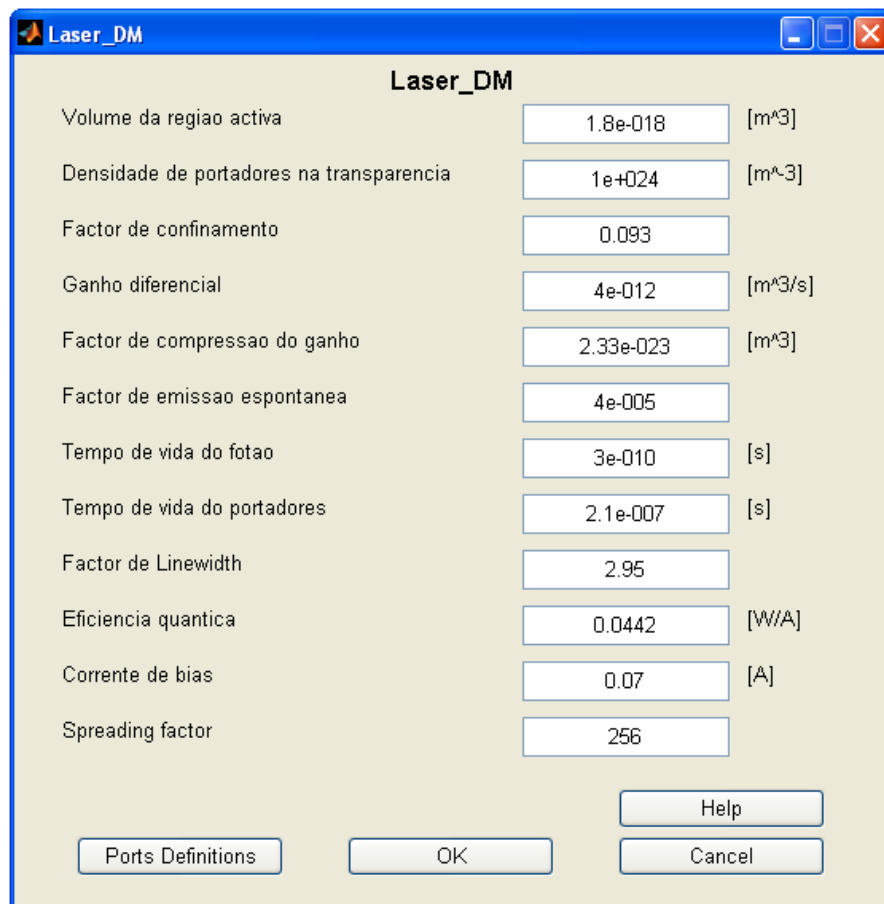
NUM | Parâmetros numéricos |
 * Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Sinal Modulador
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	Sinal de saída do laser
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros



Laser_DM		
Volume da região activa	1.8e-018	[m³]
Densidade de portadores na transparência	1e+024	[m³]
Factor de confinamento	0.093	
Ganho diferencial	4e-012	[m³/s]
Factor de compressão do ganho	2.33e-023	[m³]
Factor de emissão espontânea	4e-005	
Tempo de vida do fóton	3e-010	[s]
Tempo de vida dos portadores	2.1e-007	[s]
Factor de Linewidth	2.95	
Eficiência quântica	0.0442	[W/A]
Corrente de bias	0.07	[A]
Spreading factor	256	

Buttons: Ports Definitions, OK, Cancel, Help

Figura 216- Janela de configuração dos parâmetros do Laser_DM

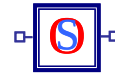
Volume da região activa – **Edit box** – Permite introduzir o volume da região activa da cavidade do laser do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1.8e-18 [m³]

Densidade de portadores na transparência – **Edit box** – Permite introduzir a densidade de portadores na região activa do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1e+24 [m³]

Factor de confinamento – **Edit box** – Permite introduzir o factor de confinamento da região activa do laser.



Opções:	[0 ; 1]
Valor por defeito	0.093

Ganho diferencial – **Edit box** – Permite introduzir o ganho diferencial.

Opções:	
Valor por defeito	4e-12[m ³ /s]

Factor de compressão do ganho – **Edit box** – Permite introduzir o factor de compressão do ganho do laser.

Opções:	
Valor por defeito	2.33e-23[m ³ /s]

Factor de emissão espontânea – **Edit box** – permite introduzir o factor de emissão espontânea referente ao laser.

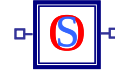
Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	4e-5 [m ³]

Tempo de vida do fóton – **Edit box** – permite introduzir o tempo médio de vida de um fóton.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	3e-10 [s]

Tempo de vida de portadores – **Edit box** – permite introduzir o tempo médio de vida dos portadores dentro da cavidade do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	2.1e-7 [s]



Factor de Linewidth – **Edit box** – permite introduzir o factor de linewidth referente ao laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	2.95

Eficiência Quântica – **Edit box** – permite introduzir a eficiência quântica do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0.0442 [W/A]

Corrente de bias – **Edit box** – permite introduzir a corrente de polarização do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0.07 [A]

Spreading factor – **Edit box** – permite introduzir o spreading factor do laser.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.16 Plot3G

Este módulo faz o Plot (gráfico) de um canal. Permite um funcionamento em um sistema de 'subploting' quando existem diversos portos de entrada).

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

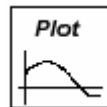


Figura 217- Imagem do componente Plot3G

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in(i)	Sinal de entrada	
	sinal_in(i)	
	sinal_in(i).x:	Sinal em x
	sinal_in(i).y:	Sinal em y
	sinal_in(i).type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in(i).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in(i).bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in(i).bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in(i).fsignal:	Frequência de referência do sinal

i representa cada uma das entradas do componente(por defeito seis) para a posterior 'subploting'.

Parâmetros

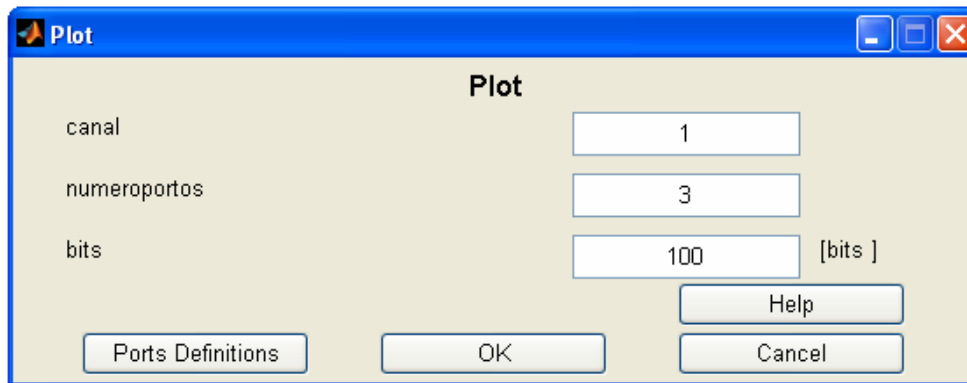


Figura 218- Janela de configuração dos parâmetros do Plot3G

canal – **Edit box** – Número do canal a “plotar”.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1

numeroportos – **Edit box** – permite introduzir o nº de portos de entrada.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256

bits– **Edit box** – permite introduzir o nº de amostras (bits) para fazer o plot.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	20 [GHz]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.17 QPSKDesmodulator

Este módulo faz a desmodulação em QPSK o sinal recebido.



O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:



Figura 219- Imagem do componente QPSKDesmodulator

Entradas:

NUM | Parâmetros numéricos |
* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Sinal de entrada
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída
sinal_out	Sinal de saída
sinal_out.x:	Sinal em x
sinal_out.y:	Sinal em y
sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros



Figura 220- Janela de configuração dos parâmetros do QPSKDesmodulator

SF – **Edit box** – permite introduzir o spreading factor do desmodulador.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256

fo – **Edit box** – permite introduzir a frequência da portadora do sistema a desmodular.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	2200 [MHz]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.



Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.18 QPSKModulator

Este módulo faz a Modulação em QPSK o sinal de entrada.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:



Figura 221- Imagem do componente QPSKModulator

Entradas:

NUM

Parâmetros numéricos

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Sinal de entrada
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
sinal_out	sinal_out	Sinal de saída
sinal_out.x:	sinal_out.x:	Sinal em x
sinal_out.y:	sinal_out.y:	Sinal em y
sinal_out.type:	sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
sinal_out.noise_DSP:	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
sinal_out.bin:	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
sinal_out.bit_rate:	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
sinal_out.fsignal:	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

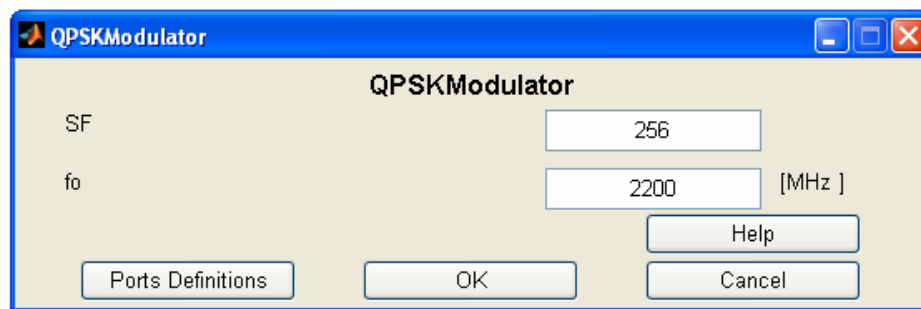
Parâmetros

Figura 222- Janela de configuração dos parâmetros do QPSKModulator

SF – **Edit box** – permite introduzir o spreading factor do modulador.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256

f_0 – **Edit box** – permite introduzir a frequência da portadora do sistema a modelar.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	2200 [MHz]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.



Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.19 RFAmplifier

Este módulo implementa um amplificador com ganho G e largura de banda finita.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:



Figura 223- Imagem do componente RFAmplifier

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Sinal de entrada
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal



Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
sinal_out	Sinal de saída	
sinal_out.x:	Sinal em x	
sinal_out.y:	Sinal em y	
sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico	
sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída	
sinal_out.bin:	Sequência binária inicial	
sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão	
sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal	

Parâmetros

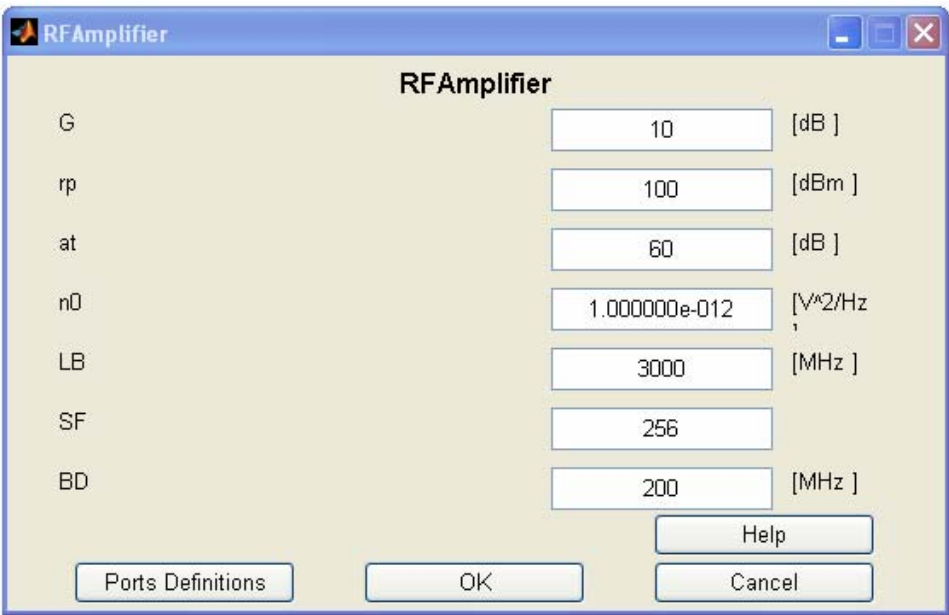


Figura 224- Janela de configuração dos parâmetros do RF Amplifier

G – **Edit box** – permite introduzir o ganho do amplificador, em dB's.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	10[dB]



rp – **Edit box** – permite introduzir o factor de ripple do amplificador na banda de passagem.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	100[dBm]

at – **Edit box** – permite introduzir a atenuação da banda de corte em dB.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	60 [dB]

n0 – **Edit box** – permite introduzir densidade espectral de potencia do ruído.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1e-12 [V ² /Hz]

LB – **Edit box** – permite introduzir a largura de banda do filtro passa baixo.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	3000[MHz]

SF – **Edit box** – permite introduzir o spreading factor do desmodulador.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256

BD – **Edit box** – permite introduzir a banda de decaimento.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	200 [MHz]

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.



Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.20 Receiver

Este módulo engloba todas as funcionalidades dos módulos QPSKDesmodulator, Unscrambler e Unchannelisation. Ver módulo antimónio “Sender”.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:



Figura 225- Imagem do componente Receiver

Entradas:

NUM | Parâmetros numéricos |
* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Sinal de entrada
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal



Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
sinal_out	Sinal de saída	
sinal_out.x:	Sinal em x	
sinal_out.y:	Sinal em y	
sinal_out.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico	
sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída	
sinal_out.bin:	Sequência binária inicial	
sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão	
sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal	

Parâmetros

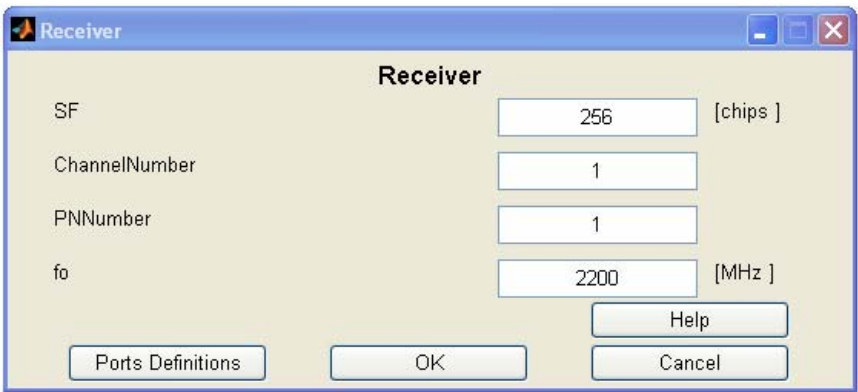


Figura 226- Janela de configuração dos parâmetros do Receiver

SF - **Edit box** - permite introduzir o spreading factor do desmodulador.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256

ChannelNumber - **Edit box** - permite introduzir o número do código ortogonal que implementa este bloco (ver função).

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1

PNNNumber - **Edit box** - permite introduzir o canal de scrambler a utilizar no modelo.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1

f₀ - **Edit box** - permite introduzir a frequência da portadora do sistema.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	2200 [MHz]

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.21 ReflectionChannel

Este módulo simula o canal, introduzindo três factores: soma no tempo de todos os elementos e introdução de reflexões atrasadas com amplitude variável, e a introdução de ruído gaussiano branco.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

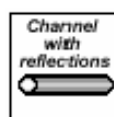


Figura 227- Imagem do componente ReflectionChannel

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in(i)	Sinal de entrada
sinal_in(i)	
sinal_in(i).x:	Sinal em x
sinal_in(i).y:	Sinal em y
sinal_in(i).type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
sinal_in(i).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
sinal_in(i).bin:	Sequência binária inicial
sinal_in(i).bit_rate:	Ritmo de transmissão
sinal_in(i).fsignal:	Frequência de referência do sinal

i -> numero do porto de entrada

Saídas:

Sinal_out(i)	Sinal de saída
sinal_out(i)	Sinal de saída
sinal_out(i).x:	Sinal em x
sinal_out(i).y:	Sinal em y
sinal_out(i).type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
sinal_out(i).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
sinal_out(i).bin:	Sequência binária inicial
sinal_out(i).bit_rate:	Ritmo de transmissão
sinal_out(i).fsignal:	Frequência de referência do sinal

i -> numero do porto de saída

Parâmetros

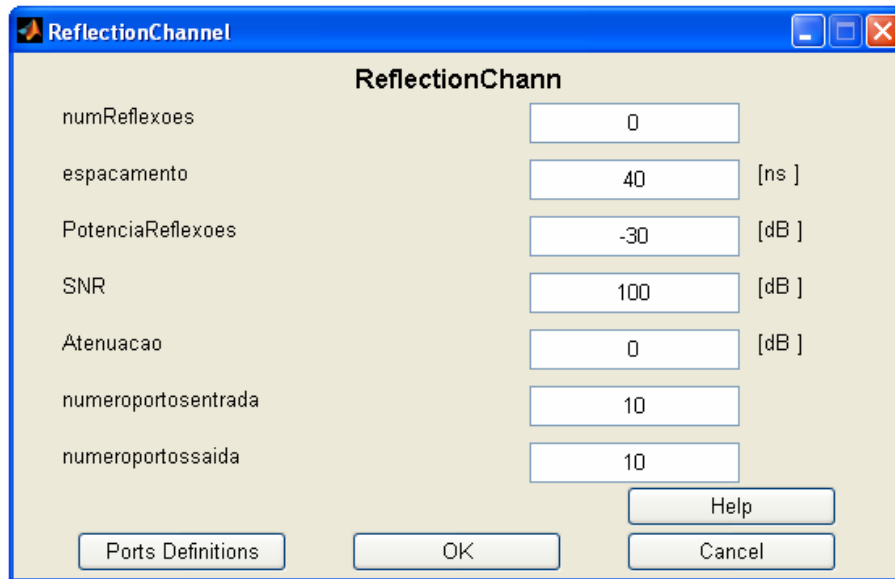


Figura 228- Janela de configuração dos parâmetros do ReflectionChannel

numReflexões – **Edit box** – permite introduzir o número de reflexões.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	0

espacamento – **Edit box** – permite introduzir o espaçamento das reflexões uma das outras em ns.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	40[ns]

PotenciaReflexoes – **Edit box** – permite introduzir a potencia das reflexões máximas.

Opções:	
Valor por defeito	-30 [dB]

SNR – **Edit box** – permite introduzir a potência de ruído relativamente ao sinal.

Opções:	
Valor por defeito	100 [dB]

Atenuação – **Edit box** – permite introduzir a atenuação introduzida.

Opções:	$]0, \infty]$
Valor por defeito	0

numeroportosentrada – **Edit box** – permite introduzir o numero de portos de entrada utilizados.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	10

numeroportossaidaa – **Edit box** – permite introduzir o numero de portos de saída utilizados.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	10

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.22 Sampling

Este módulo faz o sampling (amostragem) do sinal de entrada.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

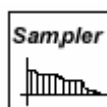


Figura 229- Imagem do componente Samplingr

Entradas:

NUM | Parâmetros numéricos |
 * Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Matriz bipolar
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	Matriz unipolar
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

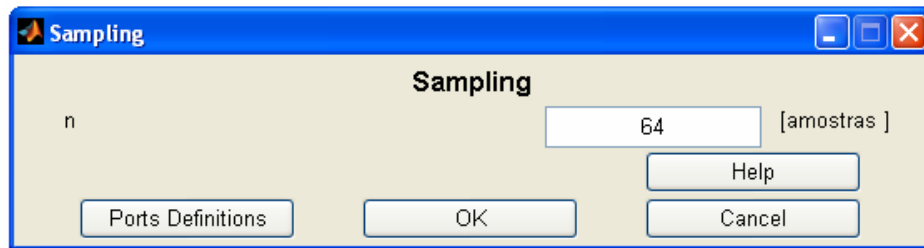


Figura 230- Janela de configuração dos parâmetros do Sampligr

n - **Edit box** - permite introduzir o número de amostras pretendidas na amostragem.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	64 [amostras]

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: UnSampler

7.14.23 Scrambler

Este módulo baralha o sinal utilizando códigos de Goldf.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:



Figura 231 - Imagem do componente Scrambler

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Matriz bipolar
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	Matriz unipolar
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

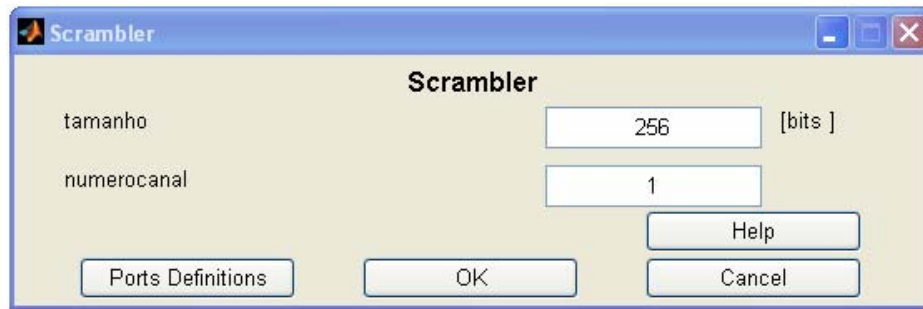


Figura 232- Janela de configuração dos parâmetros do Scrambler

tamanho - **Edit box** - permite introduzir o tamanho das sequencias de baralhamento.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256 [bits]

Numerocanal - **Edit box** - permite introduzir o número de canal que se pretende baralhar.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: UnScrambler.

7.14.24 Sender

Este módulo engloba todas as funcionalidades dos módulos Channelisation, Scrambler e QPSKModulator. Ver módulo antónimo “Receiver”

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

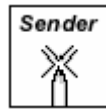


Figura 233- Imagem do componente Sender

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Matriz bipolar
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	Matriz unipolar
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

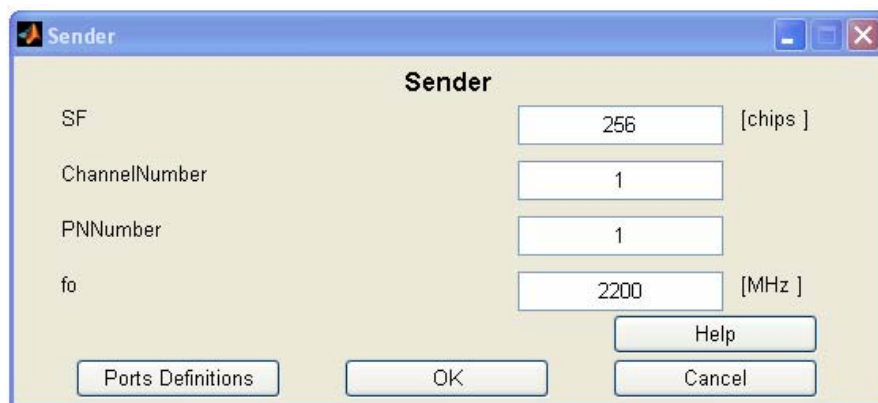


Figura 234- Janela de configuração dos parâmetros do Sender

SF - **Edit box** - permite introduzir o spreading factor do desmodulador.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256

ChannelNumber - **Edit box** - permite introduzir o número do código ortogonal que implementa este bloco (ver função).

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1

PNNumber - **Edit box** - permite introduzir o canal de scrambler a utilizar no modelo.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1

fo - **Edit box** - permite introduzir a frequência da portadora do sistema.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	2200 [MHz]



Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos portos do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.25 SpectrumPlot

Este módulo faz o Plot do espectro do sinal de entrada.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

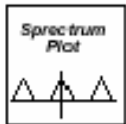


Figura 235- Imagem do componente SpectrumPlot

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Matriz bipolar
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros



Figura 236- Janela de configuração dos parâmetros do SpectrumPlot

SF – **Edit box** – permite introduzir o spreading factor do desmodulador.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256

Ports Definitions – **Push button** – Permite editar as opções dos ports do componente.

Help – **Push button** – Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.26 UnChannelisation

Este módulo inverte o efeito do código ortogonal devolvendo o vector informação ao seu aspecto inicial. Aplica o feito oposto do módulo channelisation

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:



Figura 237- Imagem do componente UnChannelisation

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
-----	----------------------

* Consultar início do capítulo (página 55)

Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros



Figura 238- Janela de configuração dos parâmetros do UnChannelisation

n - **Edit box** - permite indicar o número de bits

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256 [bits]

$numero$ - **Edit box** - número do código ortogonal que implementa este modelo.

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Channelisation.

7.14.27 Unipolar Generator

Este módulo gera sinais aleatórios unipolares (Gerador Unipolar).

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

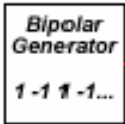


Figura 239- Imagem do componente Unipolar Generator

Entradas:

Este módulo não possui entradas.

Saídas:

Sinal_out(i)	Sinal de saída	
sinal_out(i)	Sinal de saída do componente	
sinal_out(i).x:	Sinal em x	
sinal_out(i).y:	Sinal em y	
sinal_out(i).type:	Sinal do tipo eléctrico	
sinal_out(i).noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída	
sinal_out(i).bin:	Sequência binária inicial	
sinal_out(i).bit_rate:	Ritmo de transmissão	
sinal_out(i).fsignal:	Frequência de referência do sinal	

i representa cada porto de saída do componente (por defeito, o componente apresenta quatro portos de saída).

Parâmetros

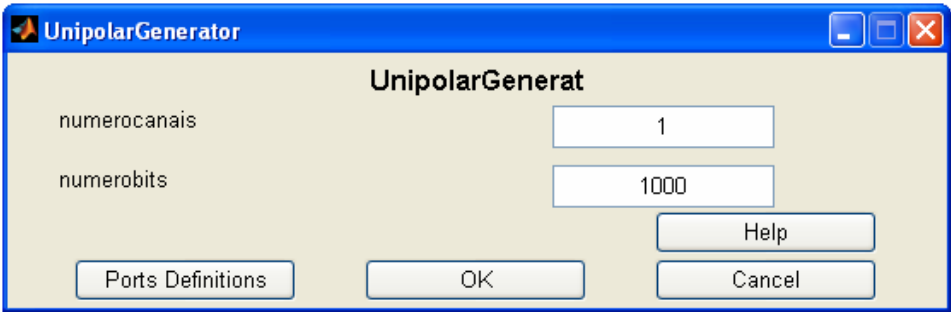


Figura 240- Janela de configuração dos parâmetros do Unipolar Generator

numerocanais - **Edit box** - permite indicar o número de canais do gerador unipolar.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1

numerobits - **Edit box** - permite indicar o número de bits a gerar.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1000 [bits]

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

7.14.28 UnSampling

Este módulo faz o unsampling do sinal de entrada.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:

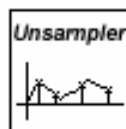


Figura 241- Imagem do componente UnSampling

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	



Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Matriz bipolar
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	Matriz unipolar
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

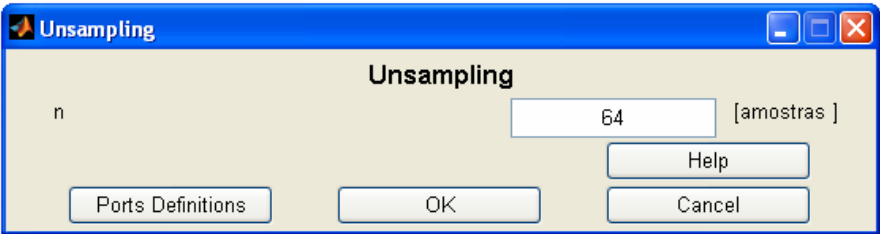


Figura 242- Janela de configuração dos parâmetros do UnSampling

n - **Edit box** - permite introduzir o número de amostras pretendidas na operação inversa da amostragem.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	64 [amostras]

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.

Ver também: Sampling

7.14.29 UnScrambler

Este módulo 'desbaralha' o sinal utilizando códigos de Goldf.

O componente:

Contido no directório de selecção de componentes **3G**:



Figura 243- Imagem do componente UnScrambler

Entradas:

NUM	Parâmetros numéricos
* Consultar início do capítulo (página 55)	



Sinal_in	Sinal de entrada	
	sinal_in	Matriz bipolar
	sinal_in.x:	Sinal em x
	sinal_in.y:	Sinal em y
	sinal_in.type:	Sinal do tipo óptico ou eléctrico
	sinal_in.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à entrada
	sinal_in.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_in.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_in.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Saídas:

Sinal_out	Sinal de saída	
	sinal_out	Matriz unipolar
	sinal_out.x:	Sinal em x
	sinal_out.y:	Sinal em y
	sinal_out.type:	Sinal do tipo eléctrico
	sinal_out.noise_DSP:	Componente DEP do ruído à saída
	sinal_out.bin:	Sequência binária inicial
	sinal_out.bit_rate:	Ritmo de transmissão
	sinal_out.fsignal:	Frequência de referência do sinal

Parâmetros

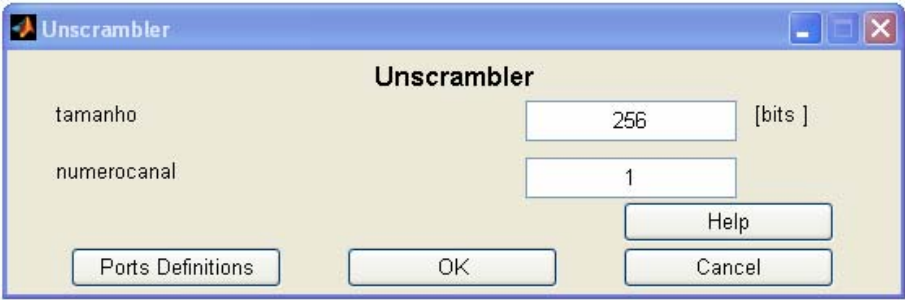


Figura 244- Janela de configuração dos parâmetros do UnScrambler



tamanho - **Edit box** - permite introduzir o tamanho das sequencias de baralhamento.

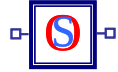
Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	256 [bits]

Numerocanal - **Edit box** - permite introduzir o número de canal que se pretende desbaralhar.

Opções:	Valor positivo
Valor por defeito	1

Ports Definitions - **Push button** - Permite editar as opções dos portos do componente.

Help - **Push button** - Permite editar uma janela com uma breve descrição do componente, bem como um link para o manual do utilizador, referente a esse componente.



Capítulo 8

Algoritmos utilizados

8.1 *Q evaluation*

Efectua a avaliação do valor de Q.

Utilização:

- $Q = Q_eval (coef, S_in, df, delay, NUM)$

Entradas:



coef:	Vector com os coeficientes do filtro transversal a aplicar ao sinal
S_in:	Sinal eléctrico a analisar
df:	Intervalo entre frequências consecutivas da resposta do filtro transversal (gillbert)
delay:	Atraso entre andares do filtro transversal (gillbert)
NUM:	Parâmetros numéricos

Saída:

Q:	Factor de qualidade
----	---------------------

Ver também: Sample Moment, Q óptimo e Q calc.

8.2 *Q óptimo*

Calcula o factor Q óptimo e os respectivos momentos de amostragem e nível de decisão de um sinal. Efectua o traçado do diagrama de olho do sinal com o nível óptimo de amostragem e o momento óptimo de amostragem representados.

Utilização:

- $[Q_opt, moment, nivel] = Q_optimo(sinal, ...)$

ENTRADAS:

Sinal	Vector com o sinal a analisar
	O sinal eléctrico pode ser em banda base ou sub portadora
NUM	Parâmetros numéricos
Nfig	Nº da figura na qual se pretende a inscrição do diagrama de olho

SAIDAS:

Q_opt	Valor do factor Q óptimo
moment	Momento de amostragem óptimo
nivel	Nível de decisão óptimo

- $[Q_opt, moment, nivel] = Q_optimo(sinal, NUM)$

Imprime o diagrama de olho do sinal numa figura disponível.

- $[Q_opt, moment, nivel] = Q_optimo(sinal, NUM, nfig)$

Imprime o diagrama de olho do sinal na figura nº nfig.

Valores por defeito:

N=512; -> nº de bits	
fa=320e9;	[Hz]
BR=10e9;	[bit/seg]
NOISE=0.05;	
T=fa/BR;	

Ver também: Sample Moment, Q evaluation e Q calc.

8.3 *Q calc*

Efectua o cálculo do factor Q de um sinal em determinado instante, devolvendo também o nível de decisão óptimo.

O factor Q é calculado da seguinte forma:

$$Q = (med_1 - med_0) / (\sigma_1 + \sigma_0).$$

Utilização:

- $[Q_nd] = Q_calc(sinal, n, delay)$

Entradas:

- sinal: Sinal a analisar.
- n: N° de amostras por bit.
- delay: Atraso relativamente ao qual se vai calcular Q em termos de amostras.

Saída:

- Q: Factor de qualidade
- nd: Nível de decisão óptimo para o instante de amostragem delay

Ver também: Sample Moment, Q óptimo e Q evaluation.

8.4 Hilbert Ideal

Retorna a transformada ideal de Hilbert.

A transformada de *Hilbert* de $m(t)$, $\hat{m}(t)$, é dada por^[15]:

$$\hat{M}(f) = \begin{cases} -j \cdot M(f), & f \geq 0 \\ j \cdot M(f), & f < 0 \end{cases} \quad (1.)$$

Onde $M(f)$ e $\hat{M}(t)$ são as transformadas de *Fourier* do sinal de entrada e da transformada de *Hilbert* do sinal de entrada, respectivamente.

Esta função efectua a transformada de Hilbert ideal de um sinal eléctrico. A sua resposta em frequência é apresentada na figura seguinte:

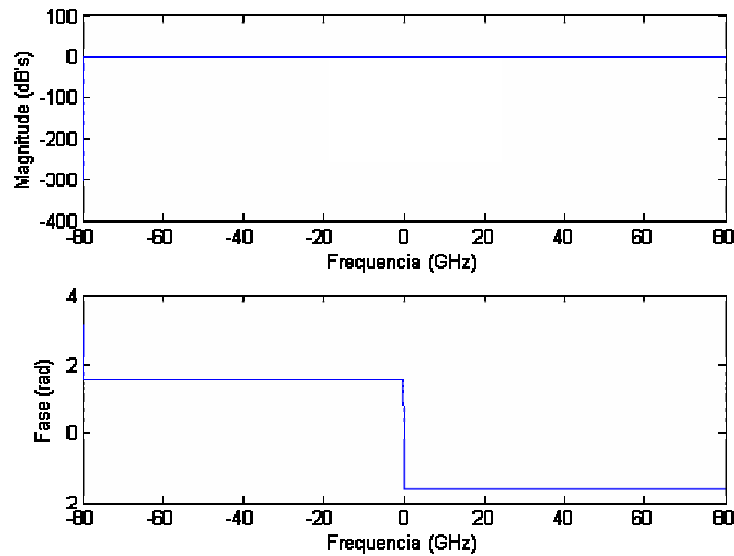


Figura 245- Resposta em fase e em frequência de um filtro que realiza a transformada de Hilbert ideal

Utilização:

- `mh = hilbert_ideal ( m, NUM, ...)`

Entradas:

<code>m</code> :	Sinal eléctrico a sofrer a transformada de Hilbert	
<code>NUM</code> :	Parâmetros numéricos	
<code>fc1</code> :	Frequência de corte inferior	[Hz]
<code>fc2</code> :	Frequência de corte superior	[Hz]
<code>p_ripple</code> :	Ripple na resposta em fase	[deg]

Saída:

<code>mh</code> :	Transformada de Hilbert de <code>m</code>
-------------------	---

- `mh = hilbert_ideal ( m, NUM)`

Transformada de Hilbert ideal, *flat* em toda a gama de frequências.

- `mh = hilbert_ideal ( m, NUM, fc1, fc2)`

A resposta na frequência (em amplitude) é aproximada a um filtro Butterworth passa-banda, com frequências de corte $fc1$ e $fc2$, com ordem 2 na banda inferior e ordem 5 na banda superior.

- $mh = \text{hilbert_ideal} (m, \text{NUM}, fc1, fc2, p_ripple)$

A resposta em fase apresenta *ripple* com forma sinusoidal.

Ver também: Quadrature filter.

8.5 Simplex

Optimização multidimensional sem restrições utiliza o algoritmo de Nelder & Mead. A partir do sinal de entrada, é-lhe aplicado um filtro transversal adaptativo e o parâmetro a otimizar (normalmente Q) é medido. Os coeficientes do filtro transversal são ajustados no sentido de otimizar (aumentar) o parâmetro sucessivamente, até que seja encontrado o melhor valor.

O filtro utilizado é um filtro transversal de N andares (com N ímpar), com um atraso T entre eles; o ganho de cada andar é variável. Na figura seguinte apresentamos um diagrama esquemático do filtro transversal.

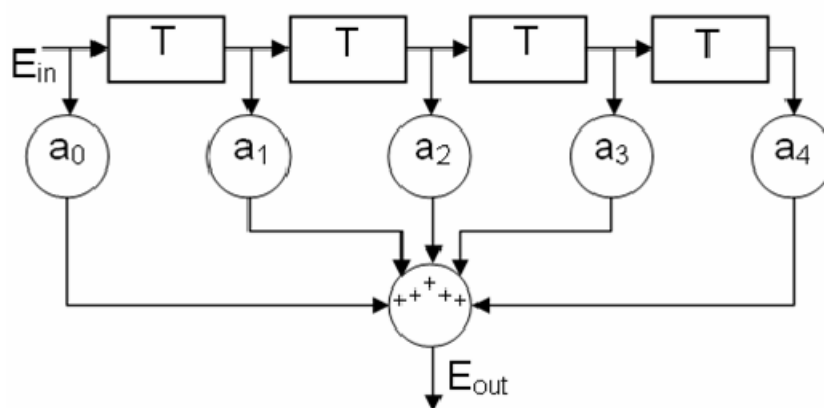


Figura 246- Esquema de blocos do filtro transversal, com coeficientes a_i e atrasos T

Os coeficientes do filtro devem ser controlados de forma a melhorar o sinal à sua saída. Este estudo faz uso de um filtro adaptativo que utiliza o método *simplex*¹ [16]. O método *simplex* faz parte de um conjunto de métodos de optimização por procura directa chamados métodos sequenciais. Os métodos sequenciais baseiam-se no princípio de que uma figura geométrica pode ser manobrada de modo a convergir em torno de um mínimo da função que se pretende optimizar.

O algoritmo *simplex* é um algoritmo simples de implementar a permite uma boa convergência no início e durante o processo de optimização; é robusto, sendo capaz de lidar com descontinuidades. As suas desvantagens prendem-se com lentidão perto dos mínimos, para além disso pode convergir para um mínimo local, que esteja bastante afastado do mínimo global da função.

O procedimento seguido pelo algoritmo adaptativo resume-se a ler o factor Q , adaptar os coeficientes, voltar a ler o factor Q e voltar a adapta. Este procedimento repete-se até que se encontre um mínimo dos coeficientes. Na figura seguinte ilustramos o algoritmo seguido.

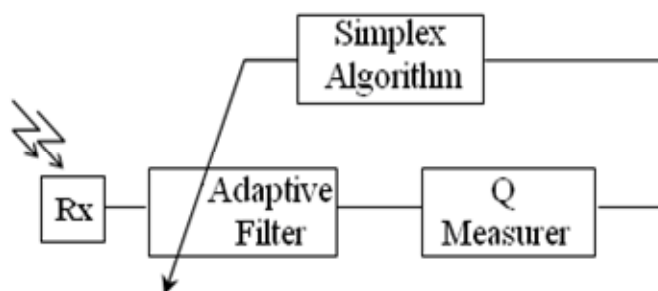


Figura 247- Esquema de blocos do filtro adaptativo

Convém ainda chamar a atenção de que este método não pretende, como primeira aproximação, compensar a dispersão cromática da fibra, pretende sim tornar o sinal recebido mais proveitoso para efeitos de amostragem através de uma função de transferência que se pode afastar do conjugado da fibra.

Parâmetros do algoritmo:

[valor_optimo] = simplex (func, coef, sinal, seq_size, Nbit, df, delay,
NUM)

Entradas:

func:	Nome da função a otimizar	
coef:	Coeficientes iniciais	
sinal:	Sinal recebido	
seq_size:	Número de bits do sinal	
Nbit:	Número de amostras por bit	
df:	Resolução	[Hz]
delay:	Atraso entre andares do filtro adaptativo	[s]
NUM:	Parâmetros necessários ao funcionamento da função 'func'	

Saídas:

valor:	Valor final (melhor, máximo) retornado pela função 'func'
optimo:	Coeficientes óptimos do filtro transversal

Ver também: Transversal Equalizer

Esta função foi desenvolvida pelo Eng^o Luís Teixeira, IT.

Alterações efectuadas pelos autores (Ana Ferreira e Tiago Silveira).

¹ Função de optimização gentilmente cedida pelo Engenheiro Luís Teixeira

8.6 *Sample moment*

Efectua o cálculo do momento óptimo para amostragem de um sinal eléctrico. Calcula Q nesse momento e o nível de decisão; opcionalmente imprime-se ou não o diagrama de olho.

Utilização:

- [Q moment nivel] = sample_moment (sinal, NUM, ...)

Entradas:

sinal:	Vector com o sinal a analisar
NUM:	Parâmetros numéricos
nfig:	Número da figura onde deve ser desenhado o diagrama de olho

Saída:

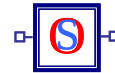
Q:	Factor de Qualidade óptimo do sinal
moment:	Momento óptimo de amostragem em termos de amostras, corresponde-lhe a amostra sinal(moment + 1)
nivel:	Nível óptimo de amostragem

- [Q moment nivel] = sample_moment (sinal, NUM)

Calcula Q óptimo, o momento e o nível de amostragem, e imprime o diagrama de olho do sinal numa figura disponível.

- [Q moment nivel] = sample_moment (sinal, NUM, nfig)

Calcula Q óptimo, o momento e o nível de amostragem, e imprime o diagrama de olho do sinal na figura número nfig.



- [Q moment nivel] = sample_moment (sinal, NUM, 'no')

Calcula Q óptimo, o momento e o nível de amostragem, mas não imprime o diagrama de olho.

Ver também: Q evaluation, BER estimator.

8.7 Microstrip

Esta função devolve os valores da permitividade relativa efectiva de uma linha de *microstrip* com características definidas no cabeçalho, para uma gama de frequências especificada.

O modelo seguido para a *microstrip* é o de Yamashita, Atsuki e Veda^[17].

Utilização:

- eps_eff = microstrip (h, w, t, eps, f)

Entradas:

h:	Altura do dieléctrico	[m]
w:	Largura da linha	[m]
t:	Espessura do metal	[m]
eps:	Permitividade relativa do dieléctrico	
f:	Vector com a gama de frequências	[Hz]

Saída:

eps_eff:	Vector com a permitividade relativa efectiva da linha de <i>microstrip</i> em questão, para as frequências f
----------	--

Ver também: Microstrip Equalizer.

8.8 Value Display Listbox

Esta função faz o “display” de um sinal do tipo Value/String numa janela do Matlab®.

Utilização:

- ValueDisplayListbox (sinal_in, FigName)

Entradas:

sinal_in:	Estrutura com o sinal de entrada
sinal_in.x	Array de células que contém o nome das variáveis do sinal de entrada
sinal_in.y:	Array de células que contém o valor das variáveis definidas em x
sinal_in.type:	Tipo do sinal (<i>Value</i>)
FigName:	Nome da janela onde vai ser efectuado o “display” do sinal.

A título de exemplo efectuou-se a simulação ilustrada na figura seguinte:

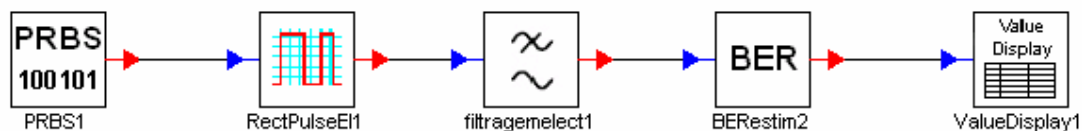


Figura 248- Simulação para visualizar o sinal de saída do componente Bit error Rate Estimator

A figura seguinte mostra a janela de “display” do componente *Value Display*

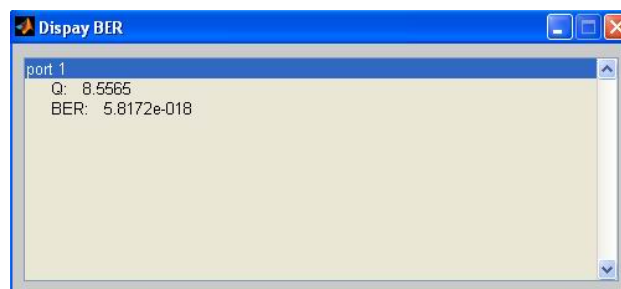


Figura 249- Janela de display de um sinal do tipo value



Capítulo 9

Referências

- [1] N.S. Bergano, F.W. Kerfoot, C.R. Davidson, "*Margin Measurements in Optical Amplifier Systems*", IEEE Photon. Tech. Lett., vol 5, no. 3, 1993, pp. 304–306.
- [2] D. Derickson, "*Fiber optic test and measurement*", Prentice-Hall, Inc., 1998, p. 313.
- [3] Mike Sieben, Jan Conradi and David E. Dodds, "*Optical Single Sideband Transmission at 10Gb/s using only Electrical dispersion*", J. of Lightwave Technology, vol. 17, No 10, pp 1742-1749, October 1993
- [4] A. Ferreira, T. Silveira, "*Projecto de final de curso – Equipamento Terminal Óptico para Banda Lateral Única*", Departamento de Electrónica e Telecomunicações, 2004.

- [5] Govind P. Agrawal, *"Nonlinear Fiber Optics"*, second edition, 1995, Optics and Photonics
- [6] P. C. Becker, N. A. Olsson, L.R. Simpson, *"Erbium-Doped Fiber Amplifiers"*, Academic, New York, 1999.
- [7] Gerd Keiser, *"Optical Fiber Communications"*, McGraw Hill, 3rd Edition, New York, 2000.
- [8] S. Shimada, H. Ishio, *"Optical Amplifiers and their Applications"*, John Wiley, Chichester, 1994. Ch. 3 & 4.
- [9] M.J. Adams, H.J. Westlake, M.J. O'Mahony and I.D. Henning, *"A Comparison of Active and Passive Optical Bistability in Semiconductors,"* IEEE Journal of Quantum Electronics, vol. QE-21, no. 9, pp. 1498-1501, Sep. 1985.
- [10] G.P. Agrawal, N.K. Dutta, *"Long-Wavelength Semiconductor Lasers"*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1986.
- [11] VPI TransmissionMaker, WDM user's manual, 2003.
- [12] J. Cartledge and R. McKay, *"Performance of 10Gb/s lightwave systems using adjustable chirp optical modulator and linear equalization"*, Photonics Technology Letters, vol 4, pp. 1394-1297, Dec. 1992.
- [13] Stephen B. Alexander, *"Optical Communication Receiver Design"*, SPIE Press IEEE, 1997
- [14] R. März, *"Integrated Optics: Design and Modeling"*, Artech House, Boston, 1994, p. 183.
- [15] A. Bruce Carlson, *"Communication Systems, an introduction to signals and noise in electrical communication"*, McGraw Hill, 3rd Edition, New York, 1986.
- [16] R. E. Massara, *"Optimization methods in electronic circuit design"*, Longman Scientific & Technical. 1991.
- [17] E. Yamashita, K. Atsuki, T. Hirahata, *"Microstrip Dispersion in a Wide-Frequency Range"*, IEEE Trans. on Microwave Theory Tech., MTT vol. 29, pp 610-611, 1981.
- [18] Pedro Santos, Manuel Fernandes, *"Projecto de final de curso –OSIP 2004/2005"*, Departamento de Electrónica e Telecomunicações, Julho 2005.