

The background is a solid dark blue color. Overlaid on this background is a light blue, stylized circuit pattern. This pattern consists of various geometric shapes: straight lines of different lengths, right-angle turns, and small circles. Some circles are solid, while others are hollow. The lines and circles are arranged in a way that suggests a complex electronic circuit or a network diagram, with some elements appearing to connect to the edges of the frame.

# **LABORATÓRIOS DIDÁTICOS PARA ENSINO DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO EM FPGA**

# PROPOSTA

- Desenvolvimento de laboratórios didáticos em FPGA .
- Ensinar comunicação digital.
- Aproximar teoria e prática
- Criação de um recurso replicável para uso em aula.

# META 1

# PRAZO

# TÉRMINO

Montar o questionário

26/08 até 01/09

26/08

Período de resposta dos docentes

02/09 até 08/09

05/09

Elaborar o relatório com a análise das respostas

09/09 até 15/09

09/09

Com base no questionário, definir os blocos a serem implementados

16/09

16/09

Identificar os parâmetros utilizados no LTE

17/09 até 22/09

16/09

# RESULTADO DO QUESTIONÁRIO

Você considera que há benefícios pedagógicos em implementar blocos de comunicação em FPGA, além da simulação em software?



SIM  
100%

Você considera que há benefícios pedagógicos em implementar blocos de comunicação em FPGA, além da simulação em software?

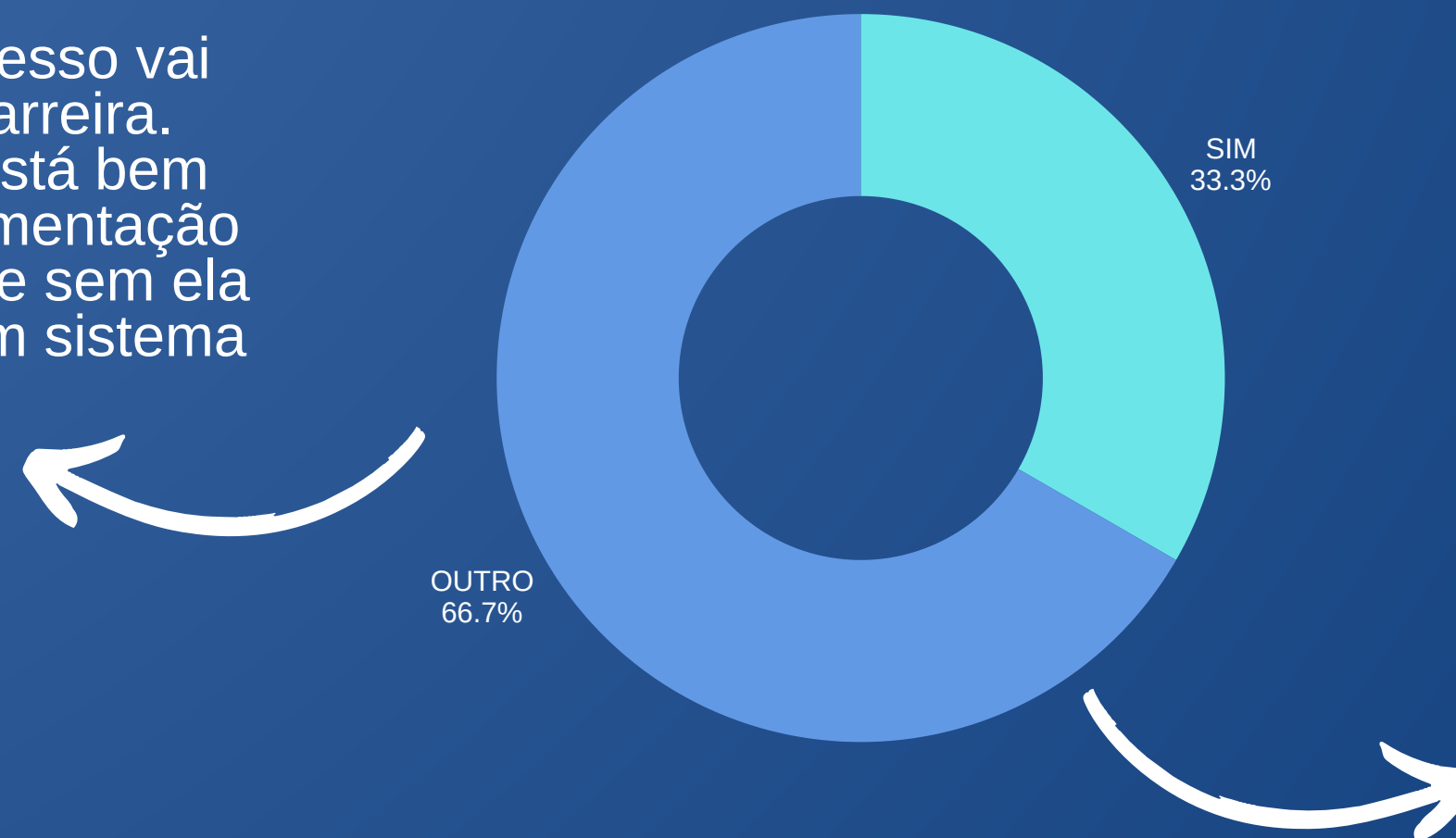


SIM  
100%

# RESULTADO DO QUESTIONÁRIO

Você considera que há benefícios pedagógicos em implementar blocos de comunicação em FPGA, além da simulação em software?

Depende do que o egresso vai projetar para a sua carreira. Acredito que o curso está bem dimensionado. A fundamentação teórica é bem aplicada, e sem ela não há como projetar um sistema em FPGA.



Os alunos não tem contato com hardware pois na maioria dos conhecimentos eles precisam ser conhecidos em termos teóricos. Ha uma proposta de se usar o GNUradio para apresentar a parte prática.

# RESULTADOS META 1

## ESCOLHA DOS BLOCOS

**MODULAÇÃO  
QPSK**

**CODIFICAÇÃO  
TURBO**

**OFDM**

# META 2

Estudo e Desenvolvimento do material teórico de UM bloco

Desenvolvimento de código didático de UM bloco (num estudo de caso: LTE) para hardware

Desenvolvimento do tutorial do laboratório prático

Validação do modelo inicial

# PRAZO

23/09 até 06/10

23/09 até 06/10

07/10 até 13/10

14/10 até 20/10

# TÉRMINO

29/09

Em andamento

Em andamento

A fazer



# RESULTADOS META 2

## MATERIAL DIDÁTICO

### Teoria

#### Modulação QPSK e sua aplicação

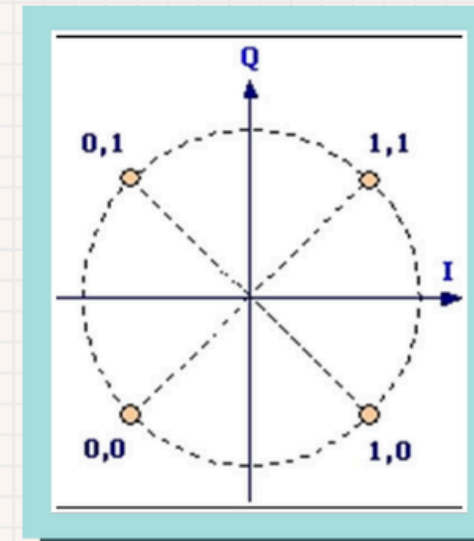
Laboratórios Didáticos para Ensino de Sistemas de Comunicação em FPGA

### Modulação Digital - QPSK

Depois de compreender a modulação entre dois sinais analógicos, podemos avançar para entender como inserir bits (sinal digital) em uma portadora a fim de possibilitar a transmissão.

Vamos explorar a modulação digital QPSK (Quadrature Phase Shift Keying).

Esse tipo de modulação utiliza um único parâmetro físico do sinal para transmitir informações: **a fase**.

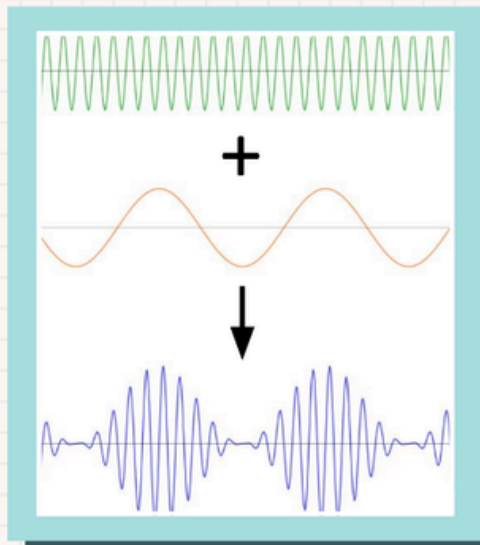


### O que é modulação?

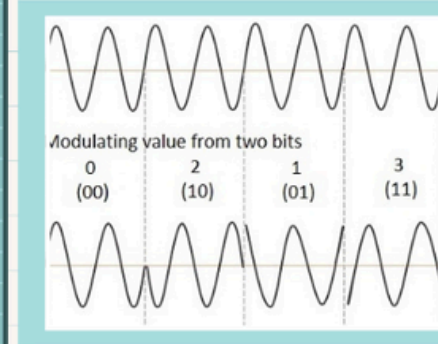
A modulação corresponde à forma como os dispositivos aproveitam um sinal para transportar informações.

No caso da comunicação sem fio, utiliza-se um sinal principal, chamado portadora, e outro que o "controla", denominado modulante.

A combinação desses dois sinais gera o sinal modulado, que é então transmitido pelo meio físico wireless.



### QPSK



#### 1 Conceito

Baseia-se exclusivamente na alteração da fase da portadora para codificar dados. Em um sistema QPSK, a amplitude do sinal permanece constante, enquanto a fase assume um de quatro valores possíveis para representar dois bits por símbolo.

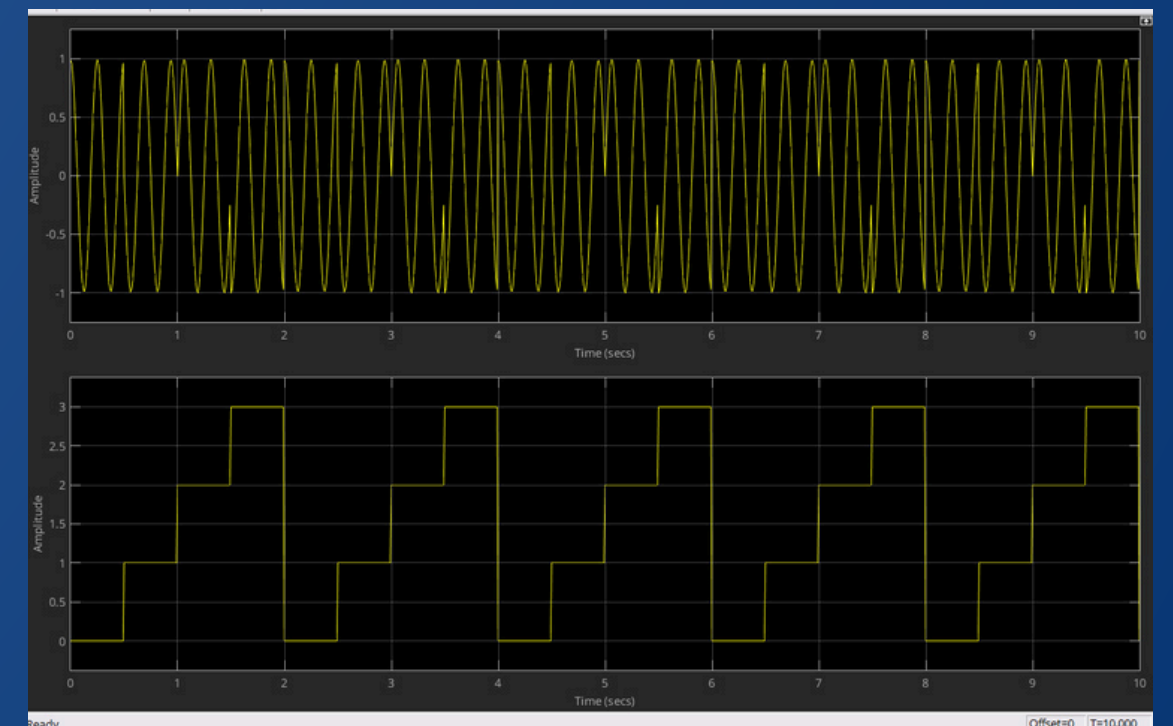
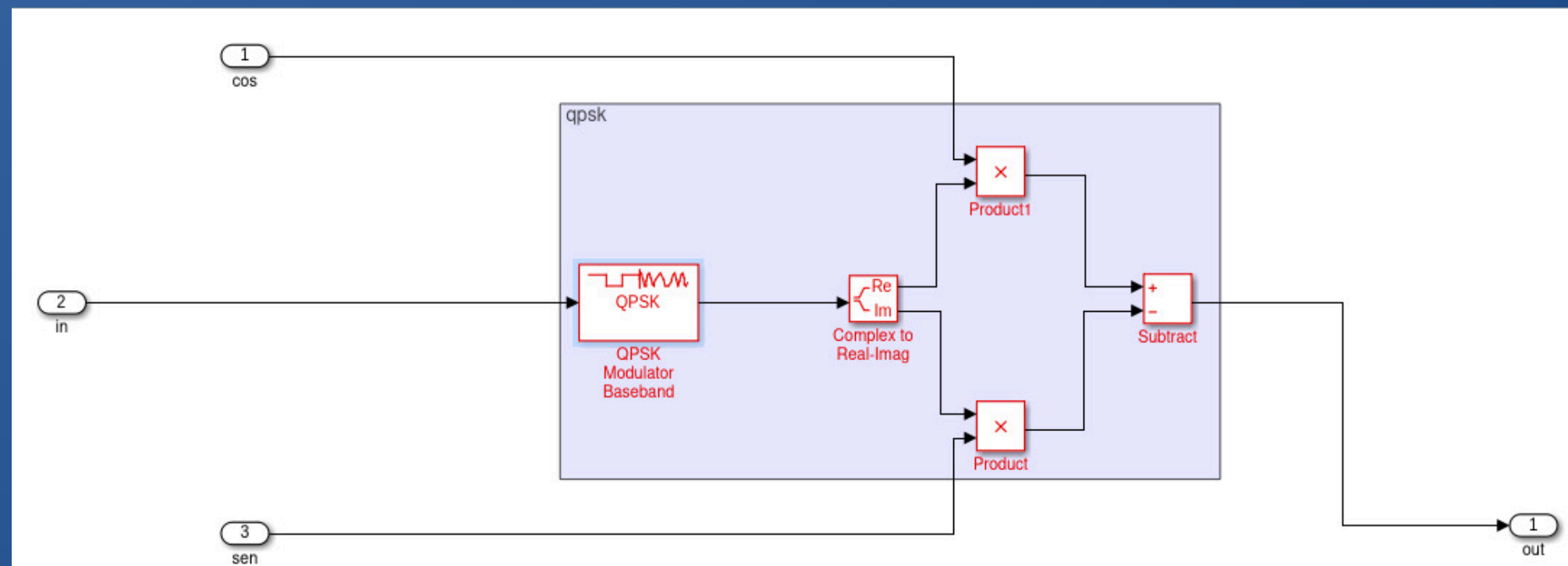
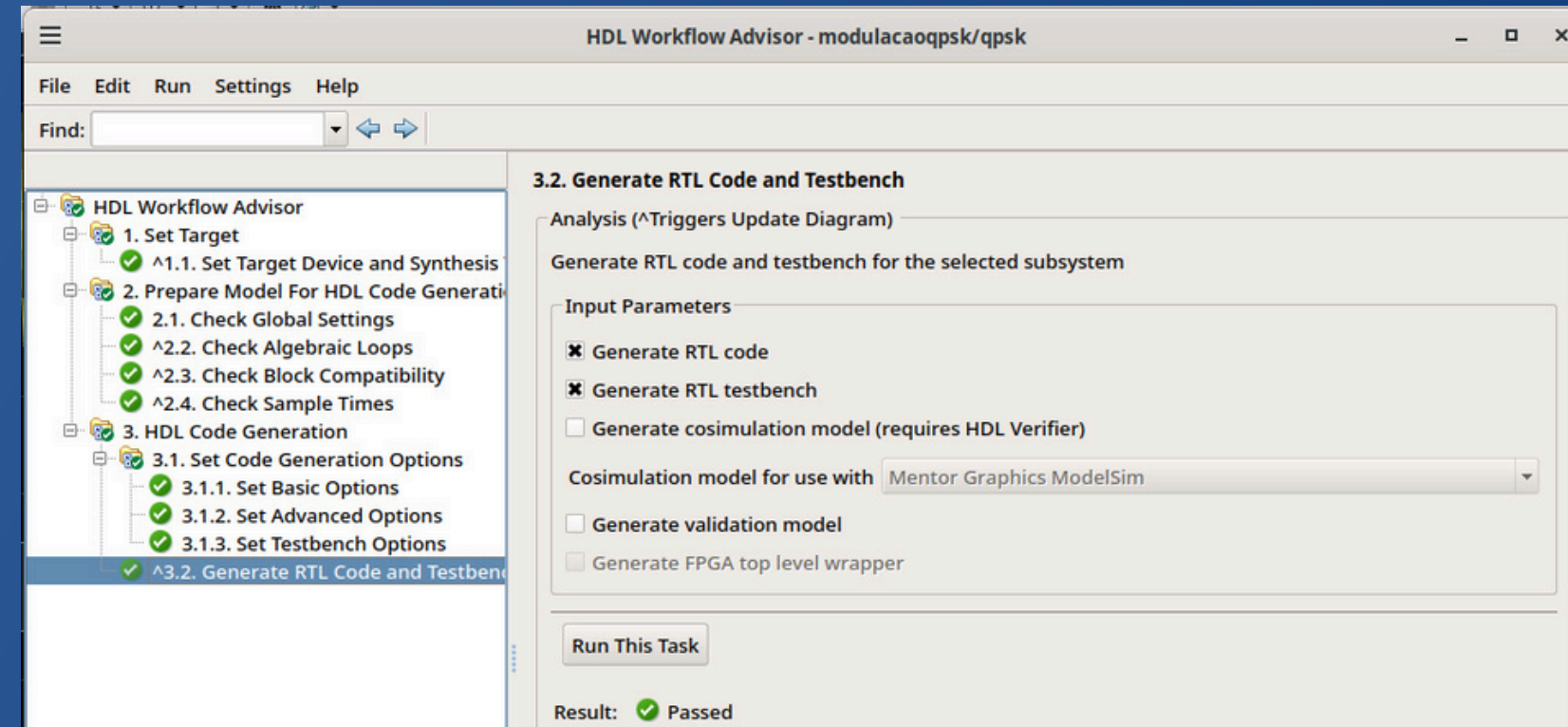
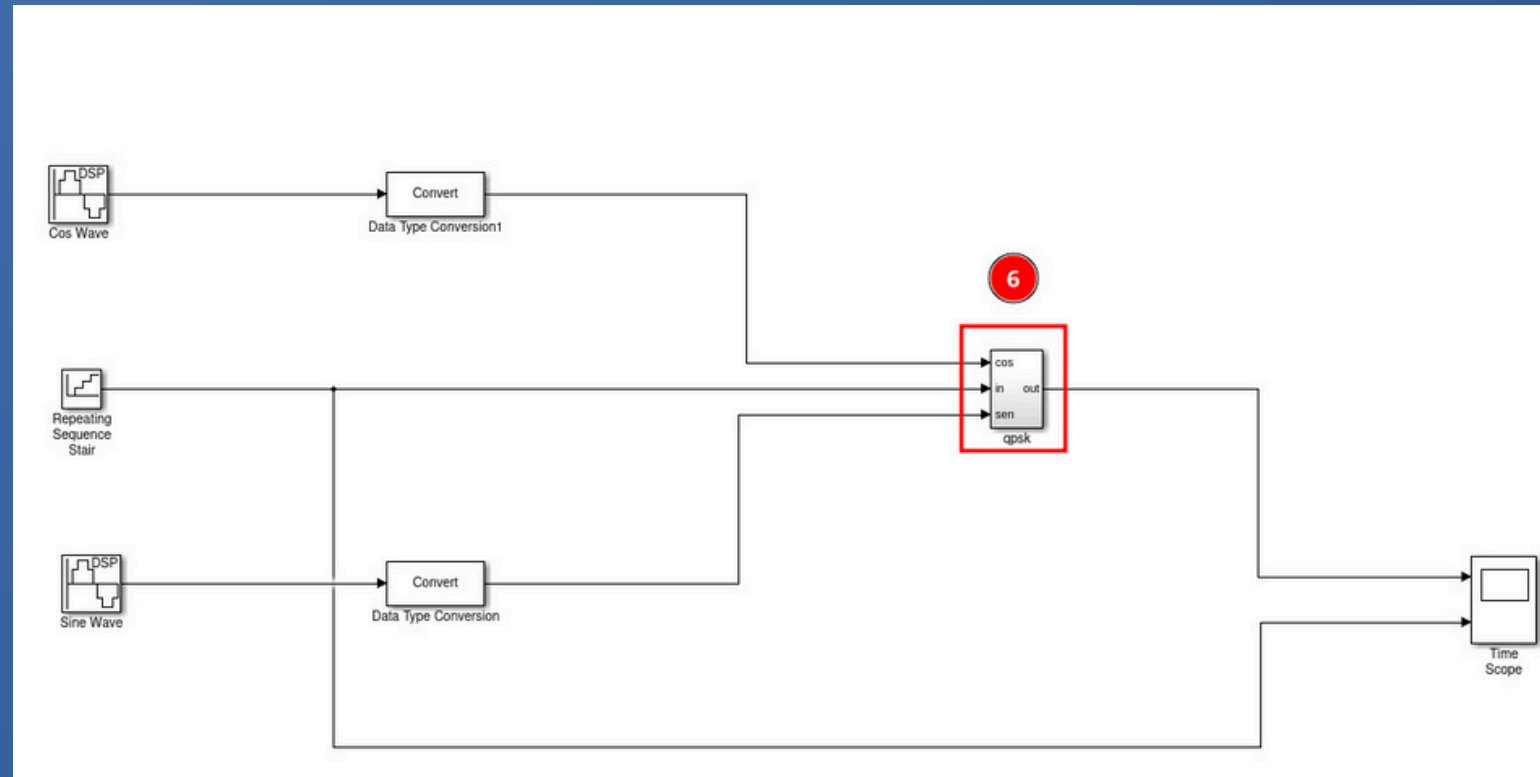
#### 2 Diagrama de constelação

Os quatro pontos da constelação estão localizados em um círculo de raio constante, indicando que a amplitude é uniforme para todos os símbolos. A separação dos símbolos é feita apenas pela sua fase.



# RESULTADOS META 2

## DESENVOLVIMENTO DE CÓDIGO DIDÁTICO



# RESULTADOS META 2

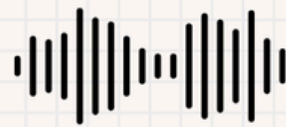
## DESENVOLVIMENTO DO TUTORIAL DO LABORATÓRIO PRÁTICO

### Materiais

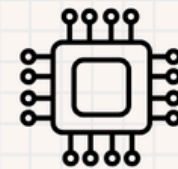
### Pré-requisitos



MATLAB + Simulink  
instalados

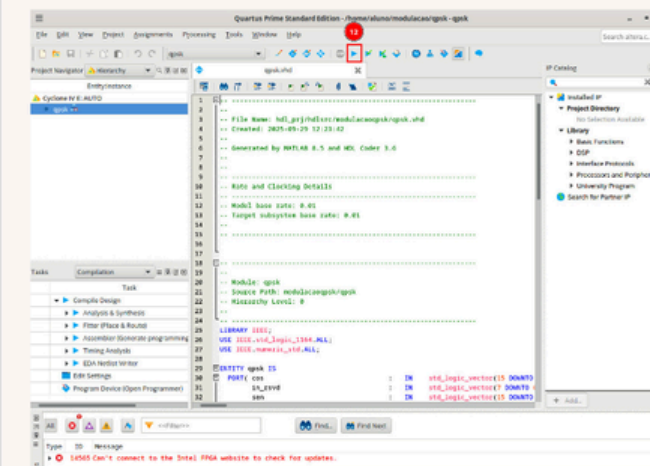


Conceito rápido da  
QPSK



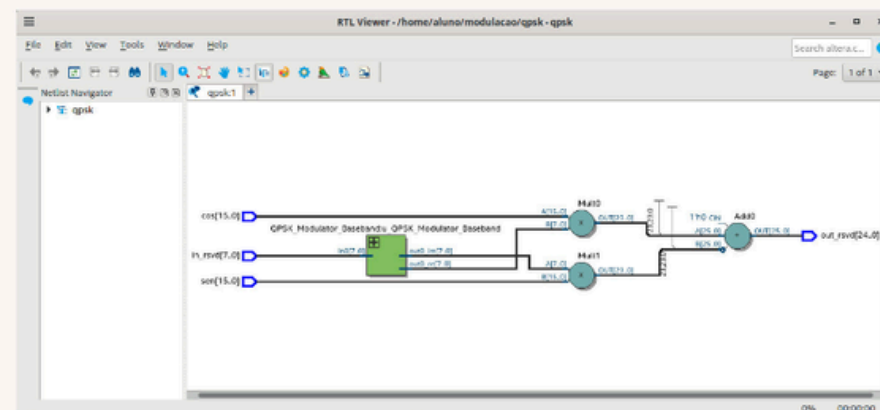
Quartus Prime  
(Intel/Altera FPGA) +  
Modelsim

### Desenvolvimento



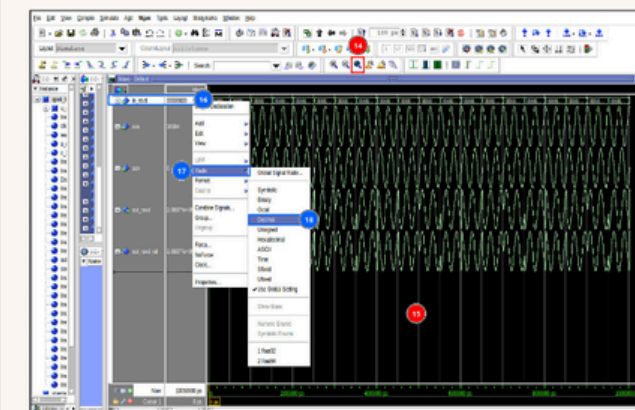
12 - Compile o projeto no  
ícone destacado

### Desenvolvimento



Abrirá essa aba. Note que se assemelha ao sistema do  
simulink (página 17)

### Desenvolvimento



14 - Clique em qualquer lugar  
dentro da wave

15 - Clique na lupa indicada

16 - Selecione o sinal **in\_rsvd**

17 - Selecione **Radix**

18 - Escolha **Decimal**



# **LABORATÓRIOS DIDÁTICOS PARA ENSINO DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO EM FPGA**