

Optički telekomunikacijski sistemi - Analiza i dizajn MIMO sistema zasnovanih  
na vlaknima sa više modova

Generated by Doxygen 1.13.2

<b>1 Optički telekomunikacijski sistemi - Simulacija i analiza MIMO sistema zasnovanih na vlaknima s više modova</b>	<b>3</b>
<b>2 Class Index</b>	<b>5</b>
2.1 Class List	5
<b>3 Class Documentation</b>	<b>7</b>
3.1 QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI Class Reference	7
3.1.1 Detailed Description	9
3.1.2 Constructor & Destructor Documentation	9
3.1.2.1 __init__()	9
3.1.3 Member Function Documentation	10
3.1.3.1 create_channel_matrix_entries()	10
3.1.3.2 create_fiber_propagation_plot()	10
3.1.3.3 explain_concept() [1/2]	11
3.1.3.4 explain_concept() [2/2]	11
3.1.3.5 generate_channel_matrix()	11
3.1.3.6 get_channel_matrix_from_entries()	12
3.1.3.7 reset_simulation()	12
3.1.3.8 show_channel_matrix_popup()	13
3.1.3.9 show_help()	13
3.1.3.10 simulate()	13
3.1.3.11 start_simulation()	13
3.1.3.12 update_channel_matrix_entry_state()	14
3.1.3.13 update_channel_matrix_size()	14
3.2 QPSK_MIMO.ToolTip Class Reference	14
3.2.1 Detailed Description	15
3.2.2 Constructor & Destructor Documentation	15
3.2.2.1 __init__()	15
3.2.3 Member Function Documentation	15
3.2.3.1 hide_tooltip()	15
3.2.3.2 show_tooltip()	16
<b>Index</b>	<b>17</b>



## Chapter 1

# **Optički telekomunikacijski sistemi - Simulacija i analiza MIMO sistema zasnovanih na vlaknima s više modova**



## Chapter 2

# Class Index

### 2.1 Class List

Here are the classes, structs, unions and interfaces with brief descriptions:

<a href="#">QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI</a>	
This class implements the GUI for the QPSK MIMO simulation . . . . .	<a href="#">7</a>
<a href="#">QPSK_MIMO.ToolTip</a>	
This class implements a tooltip for Tkinter widgets . . . . .	<a href="#">14</a>



## Chapter 3

# Class Documentation

### 3.1 QPSK\_MIMO.QPSK\_MIMO\_GUI Class Reference

This class implements the GUI for the QPSK MIMO simulation.

#### Public Member Functions

- `__init__` (self, master)  
*Konstruktor za klasu [QPSK\\_MIMO\\_GUI](#).*
- `start_simulation` (self)  
*Pokreće proces simulacije.*
- `generate_channel_matrix` (self, num\_tx\_modes, num\_rx\_modes, fiber\_length, seed=None, coupling\_coeff=0.01, dmd\_coeff=0.001)  
*Generiše matricu kanala.*
- `show_help` (self)  
*Prikazuje prozor za pomoć sa uputama o korištenju simulacije.*
- `explain_concept` (self)  
*Prikazuje prozor koji objašnjava koncept QPSK MIMO modulacije u višemodnom vlaknu.*
- `explain_concept` (self)  
*Prikazuje prozor koji objašnjava koncept QPSK MIMO modulacije u višemodnom vlaknu.*
- `reset_simulation` (self)
- `reset_simulation` (self)  
*Resetuje simulaciju brisanjem svih grafova i rezultata.*
- `update_channel_matrix_size` (self, event=None)  
*Ažurira veličinu matrice kanala na osnovu broja modova, predajnih i prijemnih antena.*
- `simulate` (self)  
*Izvršava QPSK MIMO simulaciju.*
- `create_fiber_propagation_plot` (self, fiber\_length, attenuation)  
*Kreira i prikazuje graf propagacije signala kroz vlakno.*
- `show_channel_matrix_popup` (self)  
*Prikazuje popup prozor sa matricom kanala.*
- `create_channel_matrix_entries` (self, matrix, matrix\_frame)  
*Kreira i prikazuje unose matrice kanala u popup prozoru.*
- `get_channel_matrix_from_entries` (self)  
*Preuzima matricu kanala iz GUI unosa.*
- `update_channel_matrix_entry_state` (self)  
*Ažurira stanje unosa matrice kanala (samo za čitanje ili uređivanje).*



## Public Attributes

- **master** = master
- **results\_frame** = ttk.LabelFrame(master, text="Rezultati simulacije")
- **ber\_label\_text** = tk.StringVar()
- **ber\_label** = ttk.Label(self.results\_frame, textvariable=self.ber\_label\_text)
- **snr\_result\_label\_text** = tk.StringVar()
- **snr\_result\_label** = ttk.Label(self.results\_frame, textvariable=self.snr\_result\_label\_text)
- **capacity\_label\_text** = tk.StringVar()
- **capacity\_label** = ttk.Label(self.results\_frame, textvariable=self.capacity\_label\_text)
- **input\_frame** = ttk.LabelFrame(master, text="Parametri simulacije")
- **num\_bits\_label** = ttk.Label(self.input\_frame, text="Broj bita (100-10000):")
- **num\_bits\_entry** = ttk.Entry(self.input\_frame)
- **snr\_label** = ttk.Label(self.input\_frame, text="SNR (dB) (0-30):")
- **snr\_entry** = ttk.Entry(self.input\_frame)
- **num\_tx\_ant\_label** = ttk.Label(self.input\_frame, text="Broj predajnih antena (1-4):")
- **num\_tx\_ant\_entry** = ttk.Entry(self.input\_frame)
- **update\_channel\_matrix\_size** = 5)
- **num\_rx\_ant\_label** = ttk.Label(self.input\_frame, text="Broj prijemnih antena (1-4):")
- **num\_rx\_ant\_entry** = ttk.Entry(self.input\_frame)
- **num\_modes\_label** = ttk.Label(self.input\_frame, text="Broj modova (1-4):")
- **num\_modes\_entry** = ttk.Entry(self.input\_frame)
- **channel\_label** = ttk.Label(self.input\_frame, text="Matrica kanala (H):")
- **channel\_matrix\_button** = ttk.Button(self.input\_frame, text="Info", command=self.show\_channel\_matrix\_↵  
popup)
- list **channel\_matrix\_entries** = []
- bool **channel\_matrix\_entry\_readonly** = True
- **fiber\_length\_label** = ttk.Label(self.input\_frame, text="Dužina vlakna (km) (1-1000):")
- **fiber\_length\_entry** = ttk.Entry(self.input\_frame)
- **attenuation\_label** = ttk.Label(self.input\_frame, text="Koef. slabljenja (dB/km) (0.1-1):")
- **attenuation\_entry** = ttk.Entry(self.input\_frame)
- **explain\_button** = ttk.Button(master, text="Objasni koncept", command=self.explain\_concept)
- **help\_button** = ttk.Button(master, text="Pomoć", command=self.show\_help)
- **simulate\_button** = ttk.Button(master, text="Simuliraj", command=self.start\_simulation)
- **reset\_button** = ttk.Button(master, text="Resetuj", command=self.reset\_simulation)
- **notebook** = ttk.Notebook(master)
- **tx\_signal\_tab** = ttk.Frame(self.notebook)
- **tx\_signal\_figure** = "Odašiljani signal")
- **tx\_signal\_ax**
- **tx\_signal\_time\_ax**
- **tx\_signal\_canvas** = FigureCanvasTkAgg(self.tx\_signal\_figure, master=self.tx\_signal\_tab)
- **tx\_signal\_canvas\_widget** = self.tx\_signal\_canvas.get\_tk\_widget()
- **constellation\_tab** = ttk.Frame(self.notebook)
- **constellation\_figure** = "Konstelacija")
- **constellation\_ax** = plt.subplots()
- **constellation\_canvas** = FigureCanvasTkAgg(self.constellation\_figure, master=self.constellation\_tab)
- **constellation\_canvas\_widget** = self.constellation\_canvas.get\_tk\_widget()
- **channel\_tab** = ttk.Frame(self.notebook)
- **channel\_figure** = "Matrica kanala")
- **channel\_ax\_mag**
- **channel\_ax\_phase**
- **channel\_canvas** = FigureCanvasTkAgg(self.channel\_figure, master=self.channel\_tab)
- **channel\_canvas\_widget** = self.channel\_canvas.get\_tk\_widget()
- **eye\_diagram\_tab** = ttk.Frame(self.notebook)
- **eye\_diagram\_figure** = "Eye Dijagram")

- **eye\_diagram\_ax\_before**
- **eye\_diagram\_ax\_after**
- **eye\_diagram\_canvas** = FigureCanvasTkAgg(self.eye\_diagram\_figure, master=self.eye\_diagram\_tab)
- **eye\_diagram\_canvas\_widget** = self.eye\_diagram\_canvas.get\_tk\_widget()
- **noise\_impact\_tab** = ttk.Frame(self.notebook)
- **noise\_impact\_figure** = "Utjecaj šuma na signal")
- **noise\_impact\_ax\_real**
- **noise\_impact\_ax\_imag**
- **noise\_impact\_canvas** = FigureCanvasTkAgg(self.noise\_impact\_figure, master=self.noise\_impact\_tab)
- **noise\_impact\_canvas\_widget** = self.noise\_impact\_canvas.get\_tk\_widget()
- **snr\_ber\_tab** = ttk.Frame(self.notebook)
- **snr\_ber\_figure** = "SNR vs BER")
- **snr\_ber\_ax** = plt.subplots()
- **snr\_ber\_canvas** = FigureCanvasTkAgg(self.snr\_ber\_figure, master=self.snr\_ber\_tab)
- **snr\_ber\_canvas\_widget** = self.snr\_ber\_canvas.get\_tk\_widget()
- **snr\_capacity\_tab** = ttk.Frame(self.notebook)
- **snr\_capacity\_figure** = "SNR vs Kapacitet")
- **snr\_capacity\_ax** = plt.subplots()
- **snr\_capacity\_canvas** = FigureCanvasTkAgg(self.snr\_capacity\_figure, master=self.snr\_capacity\_tab)
- **snr\_capacity\_canvas\_widget** = self.snr\_capacity\_canvas.get\_tk\_widget()
- **detailed\_fiber\_tab** = ttk.Frame(self.notebook)
- **detailed\_fiber\_figure** = "Detaljni prikaz vlakna")
- **detailed\_fiber\_ax** = plt.subplots()
- **detailed\_fiber\_canvas** = FigureCanvasTkAgg(self.detailed\_fiber\_figure, master=self.detailed\_fiber\_tab)
- **detailed\_fiber\_canvas\_widget** = self.detailed\_fiber\_canvas.get\_tk\_widget()
- **bool channel\_matrix\_displayed** = False
- **fiber\_propagation\_ax** = None
- **fiber\_propagation\_canvas** = None
- **received\_symbols** = np.array([ ])
- **equalized\_symbols** = np.array([ ])
- **channel\_matrix\_popup** = None

### 3.1.1 Detailed Description

This class implements the GUI for the QPSK MIMO simulation.

### 3.1.2 Constructor & Destructor Documentation

#### 3.1.2.1 `__init__()`

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.__init__ (
    self,
    master)
```

Konstruktor za klasu [QPSK\\_MIMO\\_GUI](#).

Parameters

<i>master</i>	Roditeljski prozor.
---------------	---------------------

Inicijalizira glavni prozor i sve GUI elemente za QPSK MIMO simulaciju.

@brief Konstruktor za klasu QPSK\_MIMO\_GUI.

@param master Roditeljski prozor.

@details Inicijalizira glavni prozor i sve GUI elemente za QPSK MIMO simulaciju.

### 3.1.3 Member Function Documentation

#### 3.1.3.1 create\_channel\_matrix\_entries()

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.create_channel_matrix_entries (
    self,
    matrix,
    matrix_frame)
```

Kreira i prikazuje unose matrice kanala u popup prozoru.

##### Parameters

<i>matrix</i>	Matrica kanala za prikaz.
<i>matrix_frame</i>	Okvir u kojem se prikazuju unosi matrice.

Ova metoda kreira i prikazuje unose matrice kanala u popup prozoru, na osnovu date matrice i okvira.

@brief Kreira i prikazuje unose matrice kanala u popup prozoru.

@param matrix Matrica kanala za prikaz.

@param matrix\_frame Okvir u kojem se prikazuju unosi matrice.

@details Ova metoda kreira i prikazuje unose matrice kanala u popup prozoru, na osnovu date matrice i okvira.

#### 3.1.3.2 create\_fiber\_propagation\_plot()

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.create_fiber_propagation_plot (
    self,
    fiber_length,
    attenuation)
```

Kreira i prikazuje graf propagacije signala kroz vlakno.

##### Parameters

<i>fiber_length</i>	Dužina vlakna u km.
<i>attenuation</i>	Slabljenje vlakna u dB/km.

Ova metoda kreira i prikazuje graf koji pokazuje snagu signala duž vlakna.

@brief Kreira i prikazuje graf propagacije signala kroz vlakno.

@param fiber\_length Dužina vlakna u km.

@param attenuation Slabljenje vlakna u dB/km.

@details Ova metoda kreira i prikazuje graf koji pokazuje snagu signala duž vlakna.

### 3.1.3.3 explain\_concept() [1/2]

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.explain_concept (  
    self)
```

Prikazuje prozor koji objašnjava koncept QPSK MIMO modulacije u višemodnom vlaknu.

Ova metoda kreira i prikazuje prozor sa detaljnim objašnjenjem QPSK MIMO koncepta u višemodnom vlaknu.

@brief Prikazuje prozor koji objašnjava koncept QPSK MIMO modulacije u višemodnom vlaknu.

@details Ova metoda kreira i prikazuje prozor sa detaljnim objašnjenjem QPSK MIMO koncepta u višemodnom vlaknu.

### 3.1.3.4 explain\_concept() [2/2]

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.explain_concept (  
    self)
```

Prikazuje prozor koji objašnjava koncept QPSK MIMO modulacije u višemodnom vlaknu.

Ova metoda kreira i prikazuje prozor sa detaljnim objašnjenjem QPSK MIMO koncepta u višemodnom vlaknu.

@brief Prikazuje prozor koji objašnjava koncept QPSK MIMO modulacije u višemodnom vlaknu.

@details Ova metoda kreira i prikazuje prozor sa detaljnim objašnjenjem QPSK MIMO koncepta u višemodnom vlaknu.

### 3.1.3.5 generate\_channel\_matrix()

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.generate_channel_matrix (  
    self,  
    num_tx_modes,  
    num_rx_modes,  
    fiber_length,  
    seed = None,  
    coupling_coeff = 0.01,  
    dmd_coeff = 0.001)
```

Generiše matricu kanala.

#### Parameters

<i>num_tx_modes</i>	Broj predajnih modova.
<i>num_rx_modes</i>	Broj prijemnih modova.
<i>fiber_length</i>	Dužina vlakna u km.
<i>seed</i>	Slučajni seed za ponovljivost.
<i>coupling_coeff</i>	Koeficijent sprezanja.
<i>dmd_coeff</i>	Koeficijent diferencijalnog kašnjenja moda.

## Returns

Generisana matrica kanala.

Ova metoda generiše matricu kanala na osnovu broja predajnih i prijemnih modova, dužine vlakna i ostalih parametara.

@brief Generiše matricu kanala.

@param num\_tx\_modes Broj predajnih modova.

@param num\_rx\_modes Broj prijemnih modova.

@param fiber\_length Dužina vlakna u km.

@param seed Slučajni seed za ponovljivost.

@param coupling\_coeff Koeficijent sprezanja.

@param dmd\_coeff Koeficijent diferencijalnog kašnjenja moda.

@return Generisana matrica kanala.

@details Ova metoda generiše matricu kanala na osnovu broja predajnih i prijemnih modova, dužine vlakna i ostalih parametara.

### 3.1.3.6 get\_channel\_matrix\_from\_entries()

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.get_channel_matrix_from_entries (  
    self)
```

Preuzima matricu kanala iz GUI unosa.

## Returns

Matrica kanala kao NumPy niz, ili None ako dođe do greške.

Ova metoda preuzima matricu kanala iz GUI unosa i vraća je kao NumPy niz.

@brief Preuzima matricu kanala iz GUI unosa.

@return Matrica kanala kao NumPy niz, ili None ako dođe do greške.

@details Ova metoda preuzima matricu kanala iz GUI unosa i vraća je kao NumPy niz.

### 3.1.3.7 reset\_simulation()

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.reset_simulation (  
    self)
```

Resetuje simulaciju brisanjem svih grafova i rezultata.

Ova metoda briše sve grafove i resetuje labelu rezultata na njihova početna stanja.

@brief Resetuje simulaciju brisanjem svih grafova i rezultata.

@details Ova metoda briše sve grafove i resetuje labelu rezultata na njihova početna stanja.

### 3.1.3.8 show\_channel\_matrix\_popup()

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.show_channel_matrix_popup (  
    self)
```

Prikazuje popup prozor sa matricom kanala.

Ova metoda kreira i prikazuje popup prozor koji sadrži unose matrice kanala.

@brief Prikazuje popup prozor sa matricom kanala.

@details Ova metoda kreira i prikazuje popup prozor koji sadrži unose matrice kanala.

### 3.1.3.9 show\_help()

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.show_help (  
    self)
```

Prikazuje prozor za pomoć sa uputama o korištenju simulacije.

Ova metoda kreira i prikazuje prozor za pomoć sa uputama o korištenju simulacije.

@brief Prikazuje prozor za pomoć sa uputama o korištenju simulacije.

@details Ova metoda kreira i prikazuje prozor za pomoć sa uputama o korištenju simulacije.

### 3.1.3.10 simulate()

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.simulate (  
    self)
```

Izvršava QPSK MIMO simulaciju.

Ova metoda preuzima parametre simulacije iz GUI, izvršava simulaciju i ažurira GUI sa rezultatima.

@brief Izvršava QPSK MIMO simulaciju.

@details Ova metoda preuzima parametre simulacije iz GUI, izvršava simulaciju i ažurira GUI sa rezultatima.

### 3.1.3.11 start\_simulation()

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.start_simulation (  
    self)
```

Pokreće proces simulacije.

Ova metoda inicira simulaciju postavljanjem unosa matrice kanala na uređivanje i pozivanjem metode simulacije.

@brief Pokreće proces simulacije.

@details Ova metoda pokreće simulaciju postavljanjem unosa matrice kanala na uređivanje i pozivanjem metode si

### 3.1.3.12 update\_channel\_matrix\_entry\_state()

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.update_channel_matrix_entry_state (
    self)
```

Ažurira stanje unosa matrice kanala (samo za čitanje ili uređivanje).

Ova metoda ažurira stanje unosa matrice kanala na osnovu zastavice `channel_matrix_entry_readonly`. Ako je `channel_matrix_entry_readonly` `True`, unosi su postavljeni samo za čitanje, inače su postavljeni za uređivanje.

`@brief` Ažurira stanje unosa matrice kanala (samo za čitanje ili uređivanje).

`@details` Ova metoda ažurira stanje unosa matrice kanala na osnovu zastavice `'channel_matrix_entry_readonly'`. A

### 3.1.3.13 update\_channel\_matrix\_size()

```
QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI.update_channel_matrix_size (
    self,
    event = None)
```

Ažurira veličinu matrice kanala na osnovu broja modova, predajnih i prijemnih antena.

#### Parameters

<i>event</i>	Događaj koji je pokrenuo ažuriranje.
--------------	--------------------------------------

Ova metoda ažurira veličinu matrice kanala na osnovu broja modova, predajnih i prijemnih antena unesenih u GUI.

`@brief` Ažurira veličinu matrice kanala na osnovu broja modova, predajnih i prijemnih antena.

`@param` event Događaj koji je pokrenuo ažuriranje.

`@details` Ova metoda ažurira veličinu matrice kanala na osnovu broja modova, predajnih i prijemnih antena unese

The documentation for this class was generated from the following file:

- Kodovi/QPSK\_MIMO.py

## 3.2 QPSK\_MIMO.ToolTip Class Reference

This class implements a tooltip for Tkinter widgets.

#### Public Member Functions

- `__init__` (self, widget, text)  
*Konstruktor za klasu [ToolTip](#).*
- `show_tooltip` (self, event=None)  
*Prikazuje tooltip prozor.*
- `hide_tooltip` (self, event=None)  
*Sakriva tooltip prozor.*

## Public Attributes

- **widget** = widget
- **text** = text
- **tooltip\_window** = None
- **show\_tooltip**
- **hide\_tooltip**

### 3.2.1 Detailed Description

This class implements a tooltip for Tkinter widgets.

### 3.2.2 Constructor & Destructor Documentation

#### 3.2.2.1 `__init__()`

```
QPSK_MIMO.ToolTip.__init__ (
    self,
    widget,
    text)
```

Konstruktor za klasu [ToolTip](#).

#### Parameters

<i>widget</i>	Widget na koji se prikači tooltip.
<i>text</i>	Tekst koji se prikazuje u tooltipu.

Inicijalizira tooltip sa datim widgetom i tekстом, te povezuje događaje prikaza i sakrivanja.

```
@brief Inicijalizira tooltip.

@param widget Tkinter widget na koji se tooltip prikači.
@param text Tekst koji se prikazuje u tooltipu.
```

### 3.2.3 Member Function Documentation

#### 3.2.3.1 `hide_tooltip()`

```
QPSK_MIMO.ToolTip.hide_tooltip (
    self,
    event = None)
```

Sakriva tooltip prozor.

#### Parameters

<i>event</i>	Događaj koji je pokrenuo sakrivanje tooltipa.
--------------	---

Ova metoda uništava tooltip prozor kada miš napusti widget.

```
@brief Sakriva tooltip prozor.

@param event Događaj koji je pokrenuo sakrivanje tooltipa.
@details Ova metoda uništava tooltip prozor kada miš napusti widget.
```



### 3.2.3.2 show\_tooltip()

```
QPSK_MIMO.ToolTip.show_tooltip (
    self,
    event = None)
```

Prikazuje tooltip prozor.

#### Parameters

<i>event</i>	Događaj koji je pokrenuo tooltip.
--------------	-----------------------------------

Ova metoda kreira i prikazuje tooltip prozor na trenutnoj poziciji miša.

@brief Prikazuje tooltip prozor.

@param event Događaj koji je pokrenuo tooltip.

@details Ova metoda kreira i prikazuje tooltip prozor na trenutnoj poziciji miša.

The documentation for this class was generated from the following file:

- Kodovi/QPSK\_MIMO.py

# Index

- `__init__`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [9](#)
  - `QPSK_MIMO.ToolTip`, [15](#)
- `create_channel_matrix_entries`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [10](#)
- `create_fiber_propagation_plot`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [10](#)
- `explain_concept`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [10](#), [11](#)
- `generate_channel_matrix`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [11](#)
- `get_channel_matrix_from_entries`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [12](#)
- `hide_tooltip`
  - `QPSK_MIMO.ToolTip`, [15](#)
- Optički telekomunikacijski sistemi - Simulacija i analiza MIMO sistema zasnovanih na vlaknima s više modova, [3](#)
- `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [7](#)
  - `__init__`, [9](#)
  - `create_channel_matrix_entries`, [10](#)
  - `create_fiber_propagation_plot`, [10](#)
  - `explain_concept`, [10](#), [11](#)
  - `generate_channel_matrix`, [11](#)
  - `get_channel_matrix_from_entries`, [12](#)
  - `reset_simulation`, [12](#)
  - `show_channel_matrix_popup`, [12](#)
  - `show_help`, [13](#)
  - `simulate`, [13](#)
  - `start_simulation`, [13](#)
  - `update_channel_matrix_entry_state`, [13](#)
  - `update_channel_matrix_size`, [14](#)
- `QPSK_MIMO.ToolTip`, [14](#)
  - `__init__`, [15](#)
  - `hide_tooltip`, [15](#)
  - `show_tooltip`, [15](#)
- `reset_simulation`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [12](#)
- `show_channel_matrix_popup`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [12](#)
- `show_help`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [13](#)
- `show_tooltip`
  - `QPSK_MIMO.ToolTip`, [15](#)
- `simulate`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [13](#)
- `start_simulation`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [13](#)
- `update_channel_matrix_entry_state`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [13](#)
- `update_channel_matrix_size`
  - `QPSK_MIMO.QPSK_MIMO_GUI`, [14](#)