



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos  
PSI - EPUSP

## **PSI 3031/3212 - LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**

### **ANEXO 1**

#### **Gerador de Funções**

2018

Profa. Elisabete Galeazzo / Prof. Leopoldo Yoshioka

#### **1. OBJETIVO**

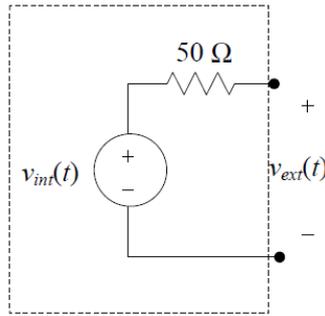
Descrever algumas características e funcionalidades do gerador de funções Agilent 33500B que será utilizado no Laboratório de Circuitos Elétricos.

#### **2. GERADOR DE FUNÇÕES**

O gerador de funções que utilizaremos em nosso laboratório [1] é um instrumento versátil, programável, que pode gerar sinais senoidais, ondas quadradas e triangulares, entre outras, com frequências de até 30 MHz e amplitudes de até 20 Vpp. Além disso, funciona como uma fonte de tensão DC programável.

##### **2.1 Modelo equivalente do gerador de funções**

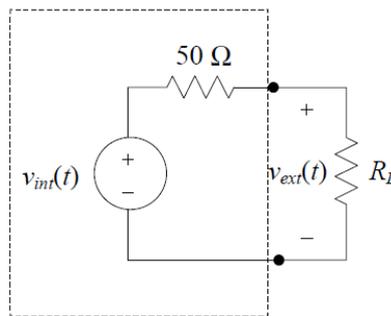
Um gerador real é um componente ativo que fornece energia ao sistema, porém parte da tensão gerada é consumida pelos seus circuitos internos. Pode ser representado por um gerador ideal em série com uma resistência interna,  $R_g$ . A resistência interna do gerador de funções é, em geral, padronizada em  $R_g = 50 \Omega$ . O modelo equivalente de um gerador é ilustrado na Figura 1.



**Figura 1** – Modelo equivalente do gerador de funções.

No modelo da Figura 1,  $v_{int}(t)$  é a tensão interna do gerador e  $v_{ext}(t)$  é a tensão observada nos terminais do equipamento.

Vamos considerar que uma carga,  $R_L$ , seja conectada nos terminais do gerador, conforme ilustração da Figura 2.



**Figura 2** – Carga  $R_L$  conectada à saída do gerador de funções.

Nesta condição, a tensão  $v_{ext}(t)$  nos terminais do equipamento será dada por:

$$v_{ext}(t) = \frac{R_L}{R_L + 50\Omega} \cdot v_{int}(t) \quad (1)$$

Se  $R_L = 50 \Omega$ , verificaremos que  $v_{ext}(t) = \frac{1}{2} v_{int}(t)$ . Porém, se a  $R_L \gg 50 \Omega$ , teremos que  $v_{ext}(t) \cong v_{int}(t)$ .

## 2.2 Entendendo os modos de operação do gerador de funções

O modo de operação default (padrão) do gerador é de **50  $\Omega$**  (configuração de fábrica, pelo fato dos projetistas considerarem que a maioria das aplicações com estes geradores deva ser para aplicações de Rádio Frequência (RF) com cargas  $R_L$  de 50  $\Omega$ ). Neste modo de operação, internamente o gerador **dobra** o sinal que é mostrado no display. Este processo é feito internamente no aparelho para evitar-se que haja uma atenuação de 50% do sinal programado (devido ao efeito do divisor resistivo) na saída do equipamento, pois se supõe que a carga a

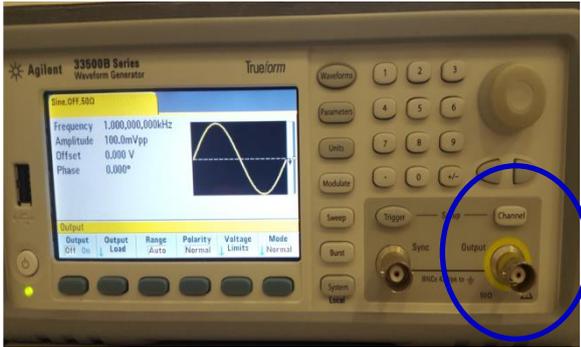
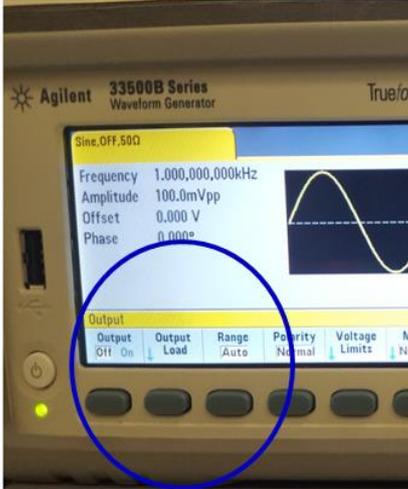
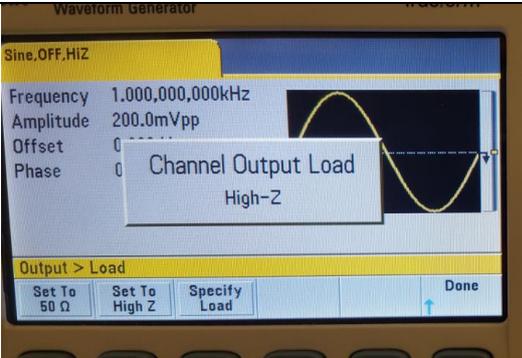
ser conectada a ele será sempre igual a  $50 \Omega$ . Porém, você consegue prever o que ocorrerá com a tensão na saída do gerador, no modo de operação  $50 \Omega$ , caso a carga não seja igual a  $50 \Omega$ ?

Ou seja, imagine que você programou o gerador para fornecer um sinal senoidal de  $5 \text{ Vpp}$  no **modo de operação de  $50 \Omega$** . Neste modo de operação, internamente o equipamento irá alterar o valor programado para um sinal senoidal de  $10 \text{ Vpp}$  em  $v_{\text{int}}(t)$  (ou seja, dobrará o valor do sinal programado). Uma observação importante a ser destacada é que o display do equipamento continuará indicando a tensão programada (que no nosso exemplo é igual a  $5 \text{ Vpp}$ ).

**Problema sério:** caso a resistência de carga a ser utilizada seja  $\gg 50 \Omega$ , como ocorrerá na maioria dos experimentos que efetuaremos no nosso laboratório, você constatará que a tensão na carga será efetivamente de  $10 \text{ Vpp}$ , mesmo que no painel do equipamento indique  $5 \text{ Vpp}$ !

Para resolver tal problema, deve-se escolher, sempre que ligar o equipamento, a operação no modo **HIGH Z**. Desta forma, se impusermos uma tensão de  $5 \text{ Vpp}$  no gerador, ele produzirá a tensão de  $5 \text{ Vpp}$  no  $v_{\text{in}}(t)$ , sem alteração. O painel do gerador informará que a tensão programada é de  $5 \text{ Vpp}$ , a mesma que será medida nos seus terminais.

## 2.3 Procedimento para seleção do modo operação de acordo com o tipo de carga

<p>Pressione o botão “<b>Channel</b>”</p>	 A photograph of the Agilent 33500B Series Waveform Generator. The screen displays a sine wave with parameters: Frequency 1.000,000,000kHz, Amplitude 100.0mVpp, Offset 0.000 V, and Phase 0.000°. The 'Channel' button on the right side of the control panel is circled in blue.
<p>Pressione o botão “<b>Output Load</b>”</p>	 A close-up photograph of the Agilent 33500B Series Waveform Generator. The screen shows the same sine wave parameters as the previous image. The 'Output Load' button on the control panel is circled in blue.
<p>Selecione a <b>opção de carga</b> desejada.  (ex: escolhe-se <b>High-Z</b> quando a carga tem impedância muito elevada)</p>	 A close-up photograph of the Agilent 33500B Series Waveform Generator screen. The screen displays the 'Channel Output Load' menu with 'High-Z' selected. The screen also shows the sine wave parameters: Frequency 1.000,000,000kHz, Amplitude 200.0mVpp, Offset 0, and Phase 0. At the bottom, there are buttons for 'Set To 50 Ω', 'Set To High Z', 'Specify Load', and 'Done'.

Obs: Você deve seguir este procedimento toda vez que você ligar seu gerador.

### Referência

[1] Agilent 33500 Series 30MHz Function/Arbitrary Waveform Generator – User’s Guide