

# ELETRÔNICA BÁSICA I – ELE08497 - LABORATÓRIO 3

## CIRCUITOS RETIFICADORES COM E SEM FILTRO CAPACITIVO

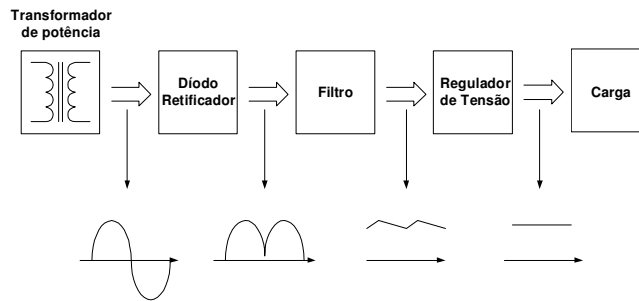
### 1. OBJETIVO

Verificar o funcionamento dos circuitos básicos de retificação e filtragem capacitiva.

### 2. INTRODUÇÃO TEÓRICA

Uma fonte alimentação CC fornece uma tensão ou uma corrente contínua, e é constituída por um circuito retificador, filtros e reguladores de tensão (caso de fonte de alimentação regulada).

Um diagrama de blocos típico da fonte é mostrado na figura abaixo. O primeiro bloco é um transformador de potência, geralmente abaixador, e tem a função de adequar os níveis de 127 ou 220  $V_{RMS}$  aos níveis exigidos pelo circuito retificador.



O segundo Bloco é o circuito com diodos que tem a função de retificar a onda da entrada, senoide com valor médio zero, em uma onda com valor médio ou componente contínua, positiva ou negativa, conforme a necessidade de projeto. Embora a onda retificada tenha componente contínua ela ainda apresenta uma grande variação, de zero até o valor de pico da senoide, o que ainda é inadequada para alimentar a maioria dos circuitos. Faz-se, portanto necessário a utilização do terceiro bloco, o circuito de filtro, com o objetivo de reduzir a variação da onda retificada.

O quarto Bloco é o circuito encarregado de manter a tensão constante e contínua para uma ampla variação da corrente a ser solicitada pela carga e para uma variação da tensão de alimentação da rede. Este circuito é denominado circuito regulador de tensão.

Os circuitos retificadores são classificados de acordo com o tipo de tensão na saída:

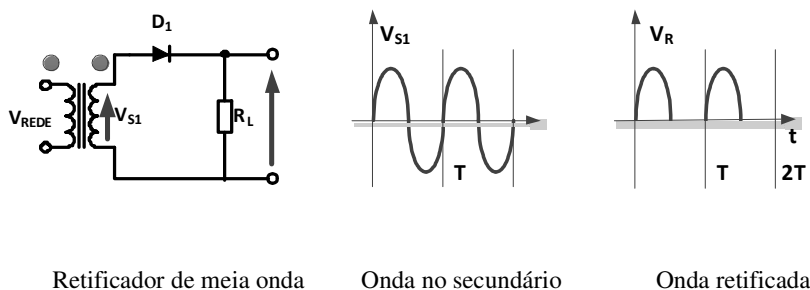
- Retificador de meia-onda: onda com apenas um semi-ciclo da senoide.
- Retificador de onda completa: onda com dois semi-ciclos da senoide, mas com a mesma polaridade.

Os retificadores de onda completa são classificados de acordo com a configuração de diodos:

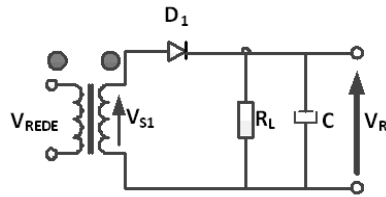
- Retificador com transformador de tap central,
- Retificador em ponte de diodos.

#### 2.1. RETIFICADOR DE MEIA ONDA

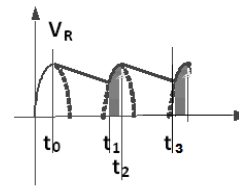
O diodo só conduz no semiciclo positivo da senoide. Os semi-ciclos positivos das tensões  $V_{S1}$  E  $V_R$  diferem apenas da tensão no diodo ( $\approx 0,7$  V)



Colocando-se um capacitor em paralelo com a carga (figura abaixo), após o segundo semi-ciclo positivo, ele se carrega através do diodo (tempo:  $t_1$  a  $t_2$ ), e descarrega-se sobre a carga (tempo:  $t_2$  a  $t_3$ ), enquanto o diodo está cortado. A região sombreada da onda retificada e filtrada é o intervalo de tempo de condução do diodo



Retificador de meia onda com filtro capacitivo



Onda Retificada e filtrada

A ondulação na forma de onda retificada e filtrada se dá em torno do valor médio ou componente contínua dessa onda. O fator de ondulação é um dos requisitos especificados para a fonte de alimentação regulada, e é dado por:

$$\gamma = \frac{\text{valor efetivo da ondulação}}{\text{tensão média}} = \frac{V_{\text{ripple RMS}}}{V_{CC}}$$

Outro parâmetro de especificação é a sensibilidade da tensão de saída em relação à de entrada, denominada de regulação de entrada, e é dada por:

$$S_V = \frac{\Delta V_{CC}}{\Delta V_{IN RMS}}$$

A regulação da tensão de saída em relação a corrente de saída pode ser descrita pelo seu fator de regulação, ou pela resistência de saída:

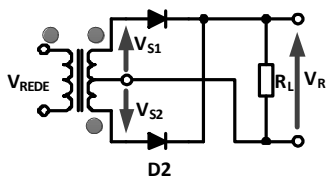
$$S_L = \frac{V_{CC}(\text{sem carga}) - V_{CC}(\text{plena carga})}{V_{CC}(\text{nominal})} \quad R_{OUT} = -\frac{\Delta V_{CC}}{\Delta I_{CC}}$$

A estabilidade da tensão de saída em relação a temperatura é dada por::

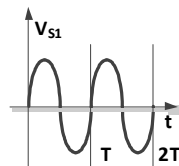
$$S_T = \frac{\Delta V_{CC}}{\Delta T}$$

A máxima corrente de saída é outro parâmetro de especificação da fonte de tensão regulada.

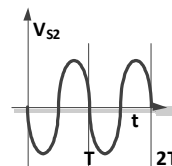
## 2.2. RETIFICADOR DE ONDA COMPLETA COM TRANSFORMADOR DE TAP CENTRAL



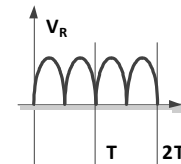
Retificador de Onda completa com transformador de Tap Central



Tensão do Secundário 1



Tensão do Secundário 2 (Invertida em relação a do secundário 1)



Tensão de Saída do Retificador

Podemos entender o retificador de onda completa com transformador com tap central com a união de dois retificadores de meia onda, cada um atuando em seu semi-ciclo.

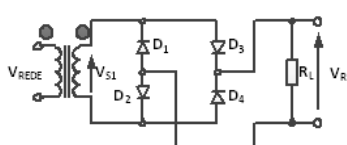
No semi-ciclo positivo de  $V_{S1}$  o Diodo  $D_1$  conduz e o Diodo  $D_2$  corta, então a saída é quase igual a tensão do secundário 1. No semi-ciclo seguinte o Diodo  $D_1$  corta e o Diodo  $D_2$  conduz, então a saída é quase igual a tensão do secundário 2. Desta forma a tensão a saída é quase igual a tensão dos secundários, e nos dois semi-ciclos com a mesma polaridade. A diferença é a tensão do diodo envolvido no circuito de condução.

A tensão de saída tem frequência o dobro da do sinal de entrada.

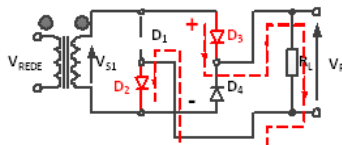
Se colocado um capacitor em paralelo com a carga, obtém-se uma ondulação menor que nos retificadores de meia onda, pois a carga no capacitor é reposta em metade do tempo.

## 2.3. RETIFICADOR DE ONDA COMPLETA EM PONTE DE DIODOS

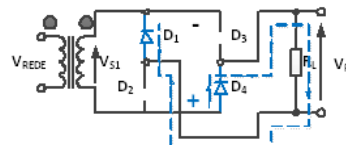
Os diodos da ponte ligam e cortam aos pares, conforme indicado nas figuras abaixo.



Retificador de Onda Completa com Ponte de Diodos



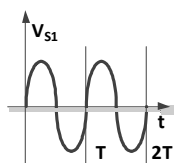
Estados dos diodos durante o semi-ciclo positivo do secundário:  
D<sub>3</sub> e D<sub>2</sub> conduzindo,  
D<sub>1</sub> e D<sub>4</sub> cortados.



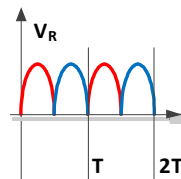
Estados dos diodos durante o semi-ciclo negativo do secundário:  
D<sub>3</sub> e D<sub>2</sub> cortados,  
D<sub>1</sub> e D<sub>4</sub> conduzindo

A onda de saída é quase igual a tensão do secundário. A diferença é a tensão dos dois diodos envolvidos no circuito de condução.

A onda de saída deste retificador é quase igual a do retificador de onda completa com tap central.



Tensão de secundário

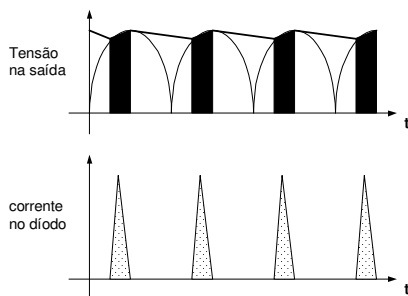


Tensão de saída do retificador

## 2.4. FILTRO CAPACITIVO

A amplitude da ondulação da tensão de saída é função do valor do capacitor e da resistência de carga.

Um valor alto do capacitor diminui a tensão de ondulação, mas também diminui o intervalo de tempo de condução dos diodos. O Capacitor descarrega-se sobre a carga nos intervalos em que os diodos estão cortados. A sua carga é reposta durante o intervalo de tempo da condução dos diodos. Portanto o pico de corrente nos diodos aumenta com o aumento da capacitância.



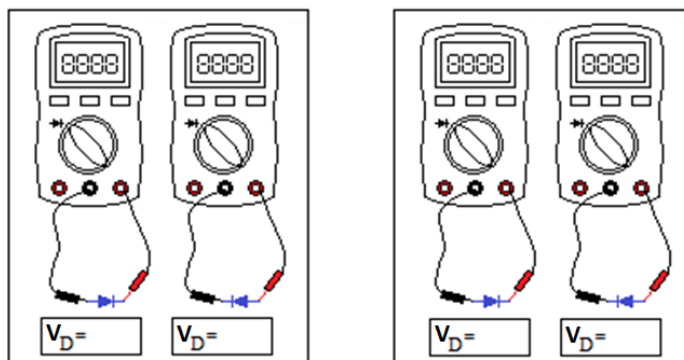
O valor do capacitor depende da tensão de ondulação, e do valor de pico para a corrente através do díodo. Os seguintes são adotados para a determinação desse valor:

- Da aproximação triangular;
- Gráfico (ou de Schade).

## 3. PARTE EXPERIMENTAL

### 3.1. VERIFICAÇÃO DA INTEGRIDADE DOS DIODOS SEMICONDUTORES

3.1.1- Com um multímetro selecionado para teste de diodos verifique a integridade dos diodos semicondutores 1N4004/7, pela medição das tensões nos sentidos direto e reverso. Anote as leituras do multímetro nas duas situações.



D1-1N4004 a 7

D2-1N4004 a 7

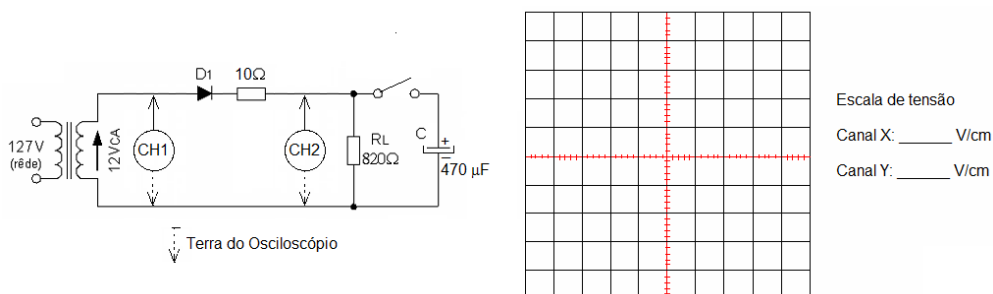
FIG. 3.1.1

### 3.2- ATITUDES PREVENTIVAS DE SEGURANÇA:

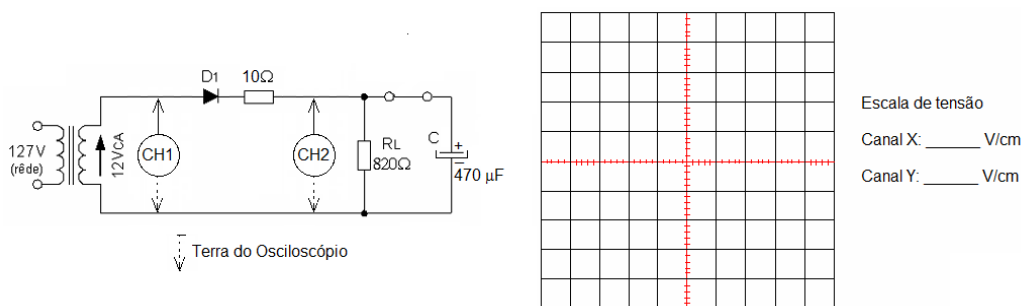
- 3.2.1- Atenção com as ligações, PRINCIPALMENTE AS LIGAÇÕES DO PRIMÁRIO DO TRANSFORMADOR COM A TOMADA. Identifique corretamente os enrolamentos do primário e do secundário e os pontos de ligação do primário correspondentes a tensão da tomada (127 Vca), pois o primário normalmente é um enrolamento com tap central e permite a ligação em 110 Vca e 220 Vca.
- 3.2.2- Observar que o terra dos canais do osciloscópio é único. Por via das dúvidas, use apenas um terminal de terra de um dos canais.
- 3.2.3- Observar que irá trabalhar com capacitores eletrolíticos. Portanto NÃO POLARIZE OS CAPACITORES ELETROLÍTICOS INVERSAMENTE SOB PENA DE EXPLOSAÇÃO DO CAPACITOR.

### 3.3- RETIFICADOR DE MEIA ONDA

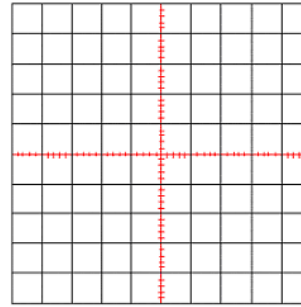
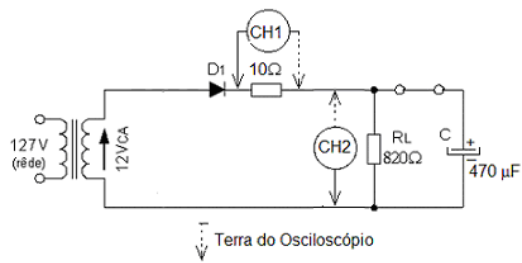
- 3.3.1- Monte o circuito retificador da figura abaixo (Retificador de meia onda) e esboce as formas de onda nos pontos indicados para os canais CH1 e CH2 do osciloscópio, sem o capacitor de filtro.  $D_1 = 4004/7$ .



- 3.3.2- Ligue o capacitor de filtro e esboce as formas de onda nos locais indicados como CH1 e CH2.  $D_1 = 4004/7$ .



- 3.3.3- Altere a posição dos canais CH1 e CH2, conforme indicado na figura abaixo.  $D_1 = 4004/7$ .

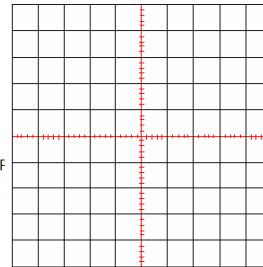
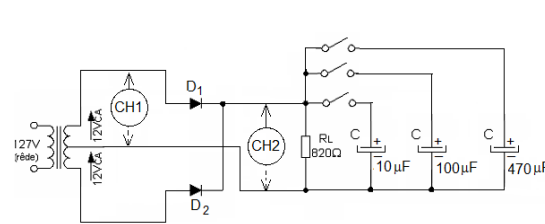


Escala de tensão

Canal X: \_\_\_\_\_ V/cm

Canal Y: \_\_\_\_\_ V/cm

3.3.4- Monte o circuito da figura abaixo (Retificador de Onda Completa em Ponte de Diodos) e esboce as formas de onda nos pontos indicados para os canais CH1 e CH2 do osciloscópio, sem os capacitores de filtro.  $D_1, D_2 = 4004/7$ .

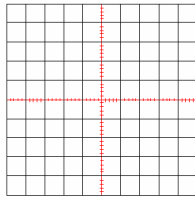
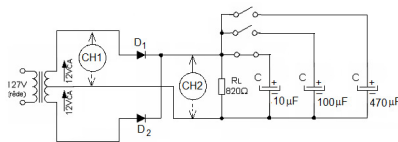


Escala de tensão

Canal X: \_\_\_\_\_ V/cm

Canal Y: \_\_\_\_\_ V/cm

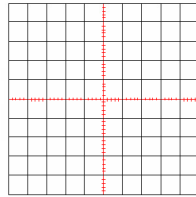
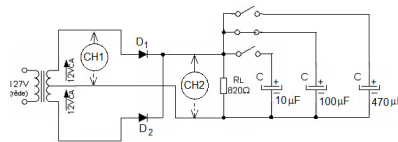
3.3.5- Insira gradativamente os capacitores de 10 μF, 100 μF, 470 μF no circuito e esboce as formas de onda vistas nos canais CH1 e CH2 do osciloscópio.  $D_1, D_2 = 4004/7$ .



Escala de tensão

Canal X: \_\_\_\_\_ V/cm

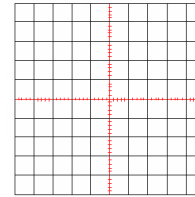
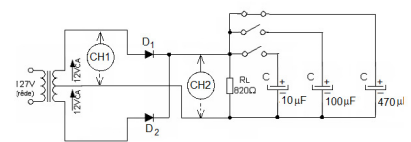
Canal Y: \_\_\_\_\_ V/cm



Escala de tensão

Canal X: \_\_\_\_\_ V/cm

Canal Y: \_\_\_\_\_ V/cm



Escala de tensão

Canal X: \_\_\_\_\_ V/cm

Canal Y: \_\_\_\_\_ V/cm