

Notas de Aula Eletrônica Analógica I:

Região Polarização Diodo de Junção:



Diodo Junção PN



Polarização:

P. Direta:

Chave Fechada

$$V_D > 0V$$



$$i_D \neq 0A$$

$$V_D = 0V (Ideal) \quad V_D \approx 0,7V$$

P. Reversa:

Chave Aberta

$$V_D < 0V$$

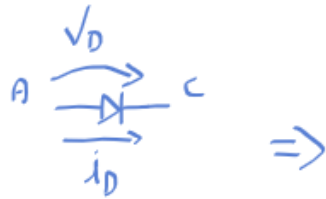


$$i_D = 0A$$

$$V_D \neq 0V (Neg)$$

Região Polarização Diodo de Junção e Curvas $I_D \times V_D$:

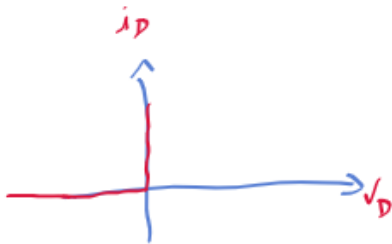
Diodo:



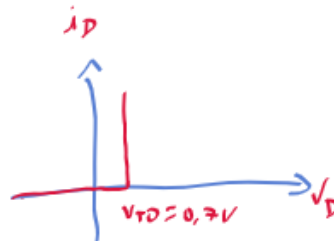
3 Regiões:

- 1) Polarização Direta
- 2) Polarização Reversão
- 3) Ruptura

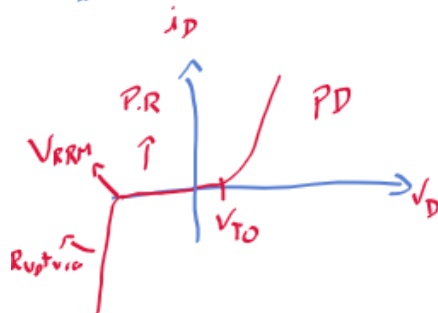
Diodo Ideal:



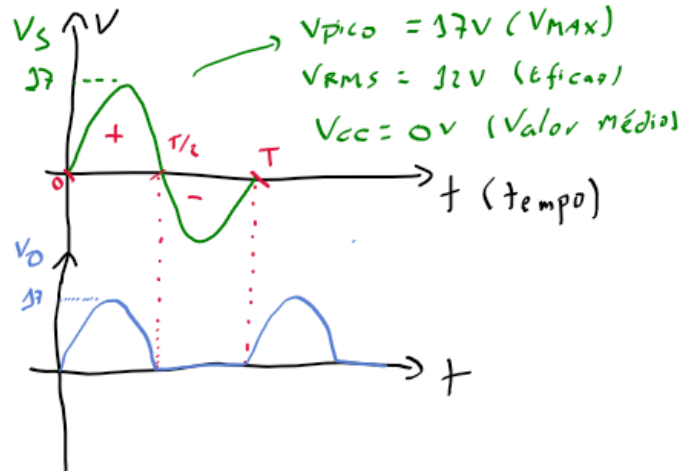
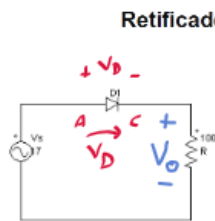
Diodo com $V_{TO} = 0,7V$



Diodo Real:

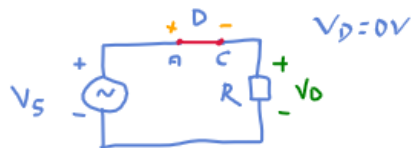


Retificador de Meia Onda:



0 até $T/2$
1ª Etapa:

Semicíclo +:



$T/2$ até T
2ª Etapa:

Semicíclo -:



Cálculo Tensão média (cc) e Eficaz (RMS) carga (R):

$$V_{O_MED} = \frac{V_{pico} \cdot V_s}{\pi}$$

$$V_{O_EF} = \frac{V_{pico}}{2}$$

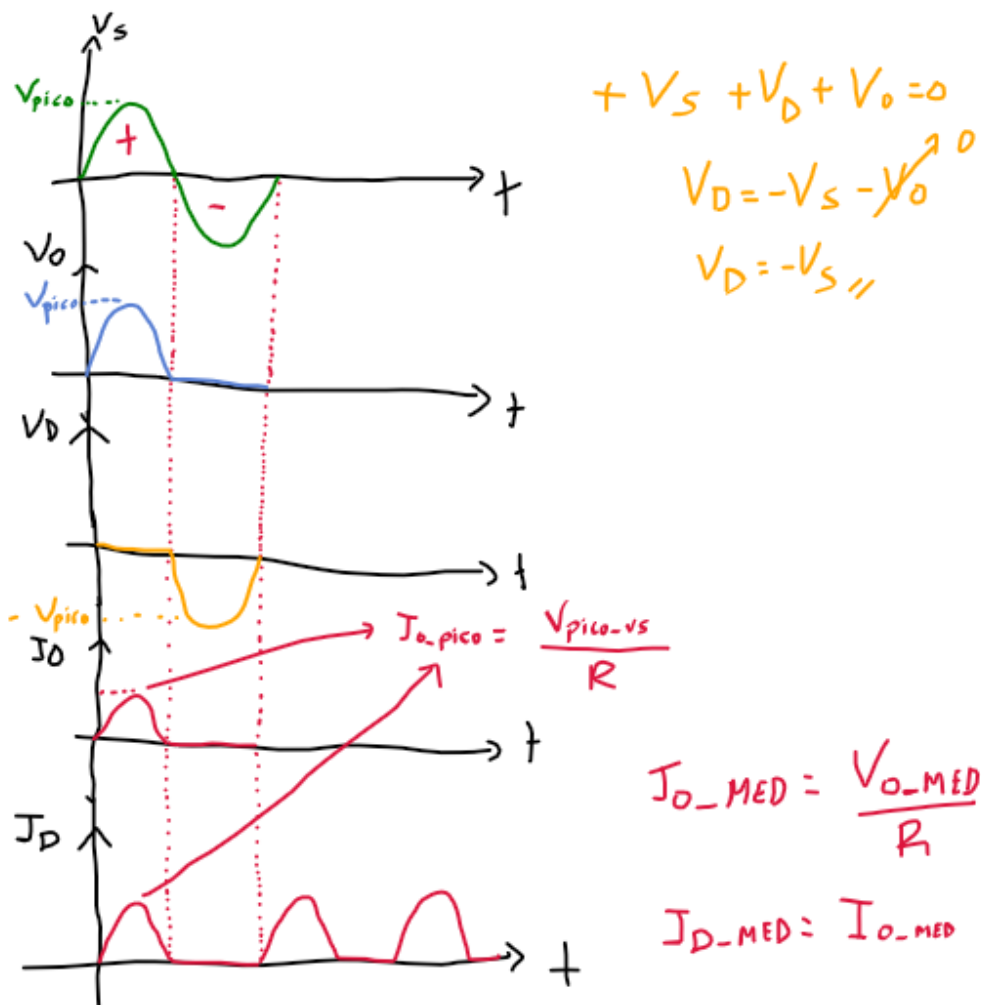
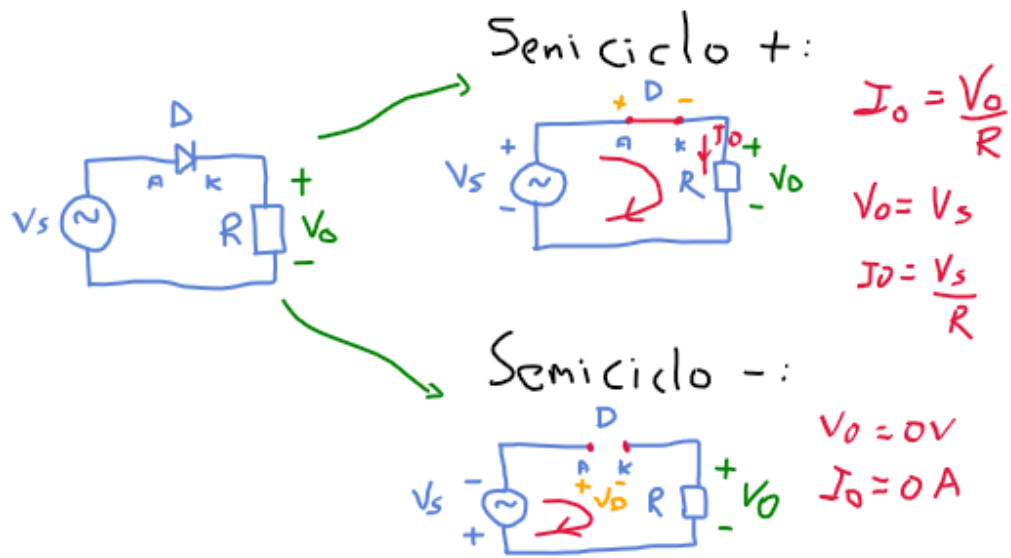
$$\pi = 3,14159$$

$$V_{pico} = 17V$$

$$V_{O_MED} = \frac{17}{\pi} = \frac{17}{3,14159} = 5,41V$$

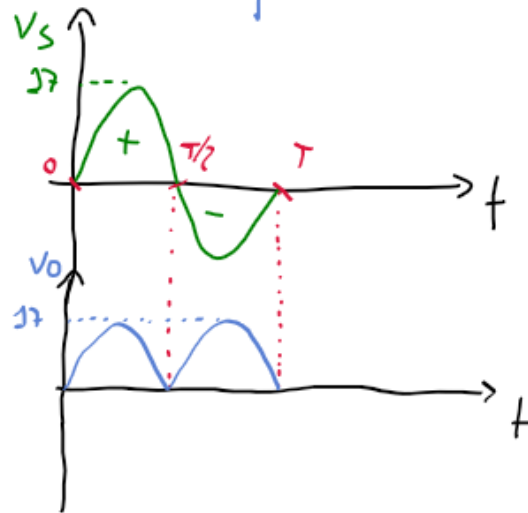
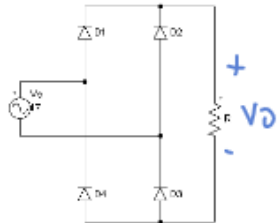
$$V_{O_EF} = \frac{17}{2} = 8,5V$$

Retificador de Meia Onda:



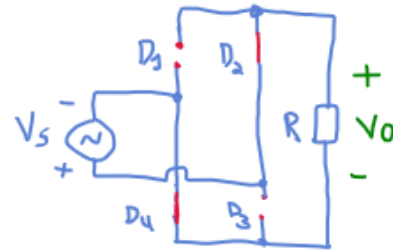
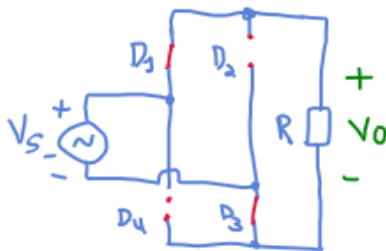
Retificador de Onda completa em ponte (4 diodos):

Retificador de onda completa *em ponte*



Semicíclo +

Semicíclo -



Cálculo Tensão média (CC) e Eficaz (RMS) carga (R):

$$V_{O-MED} = 2 \times \frac{V_{pico-VS}}{\pi}$$

$$V_{pico-VS} = 17V_{//}$$

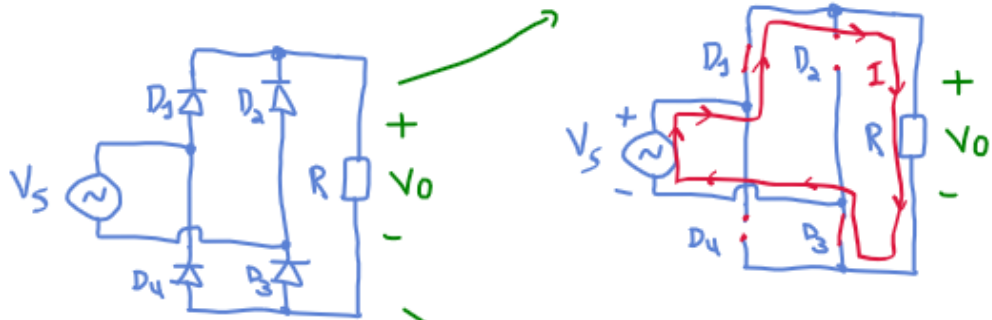
$$V_{O-EF} = \frac{V_{pico-VS}}{\sqrt{2}}$$

$$V_{O-MED} = \frac{17 \times 2}{\pi} = 10,82V_{//}$$

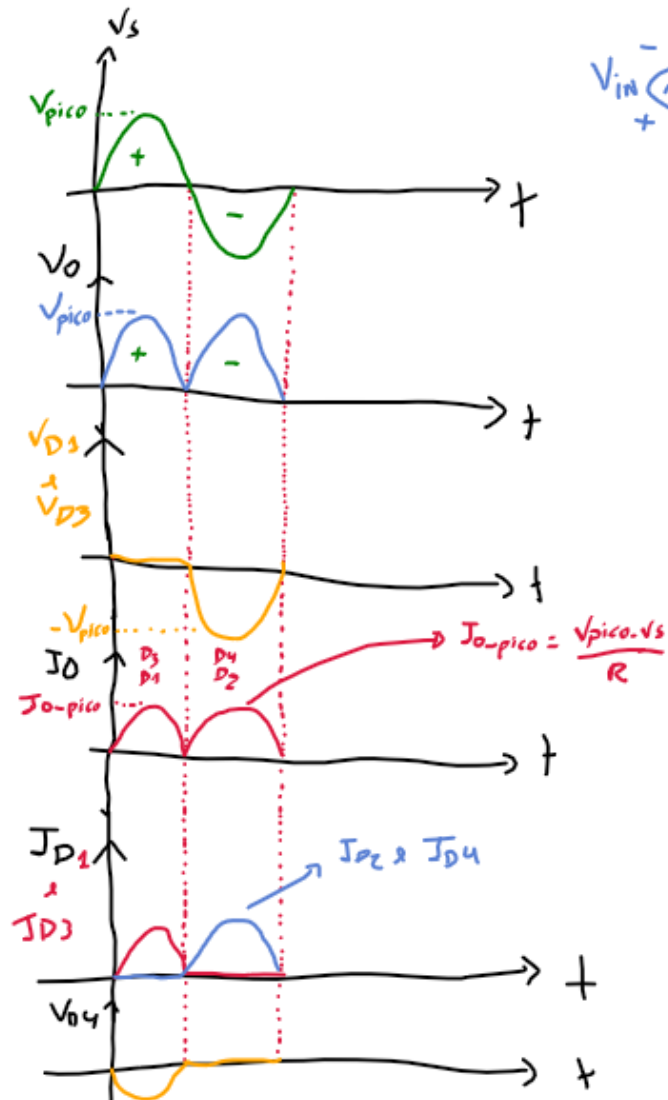
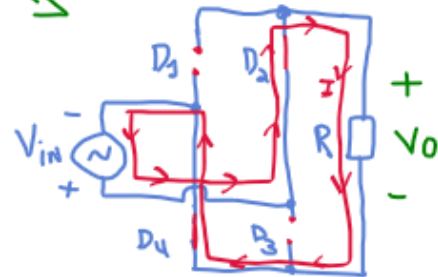
$$V_{O-EF} = \frac{17}{\sqrt{2}} = 12V_{//}$$

Retificador de Onda completa em ponte (4 diodos):

Semicíclo + :



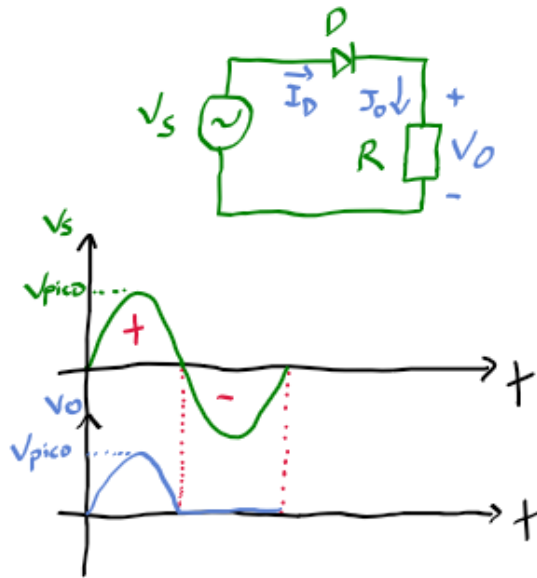
Semicíclo - :



$$I_O = \frac{V_o}{R} = \frac{V_s}{R}$$

Equações para retificador de meia onda e onda completa em ponte:

Ret. Meia Onda:



$$V_{O_MED} = \frac{V_{S_PICO}}{\pi}$$

$$V_{O_EF} = \frac{V_{S_PICO}}{2}$$

$$V_{D_PICO} = -V_{S_PICO}$$

$$I_{O_MED} = \frac{V_{O_MED}}{R}$$

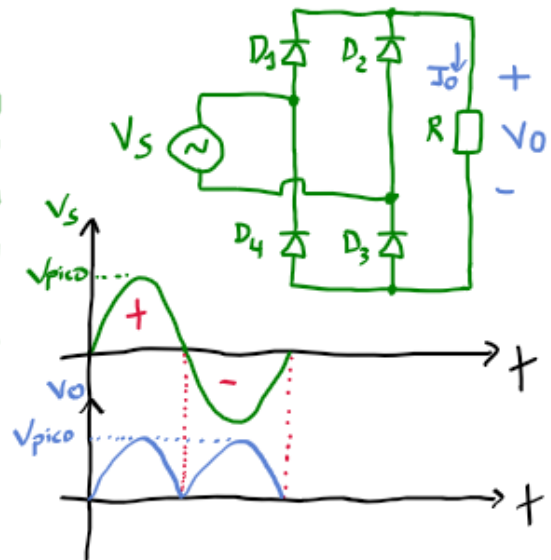
$$I_{O_EF} = \frac{V_{O_EF}}{R}$$

$$I_{O_PICO} = \frac{V_{S_PICO}}{R}$$

$$I_{D_MED} = I_{O_MED}$$

$$I_{D_PICO} = I_{O_PICO}$$

Ret. Onda Completa Ponte:



$$V_{O_MED} = 2 \times \frac{V_{S_PICO}}{\pi}$$

$$V_{O_EF} = \frac{V_{S_PICO}}{\sqrt{2}}$$

$$V_{D_PICO} = -V_{S_PICO}$$

$$I_{O_MED} = \frac{V_{O_MED}}{R}$$

$$I_{O_EF} = \frac{V_{O_EF}}{R}$$

$$I_{O_PICO} = \frac{V_{S_PICO}}{R}$$

$$I_{D_MED} = \frac{I_{O_MED}}{2}$$

$$I_{D_PICO} = I_{O_PICO}$$

Legenda dos parâmetros elétricos:

Parâmetro elétrico	Legenda
Vs	Tensão Senoidal fonte de Entrada
Vs_pico	Tensão de Pico da fonte de Entrada
Vo	Tensão de Saída
R	Resistor ou Carga
Vo_med	Tensão Média na Carga
Vo_ef	Tensão Eficaz na Carga
Vd_pico	Tensão de Pico no Diodo
Io_med	Corrente Média na carga
Io_ef	Corrente Eficaz na carga
Io_pico	Corrente de Pico na Carga
Id_med	Corrente Média no Diodo
Id_pico	Corrente de Pico no Diodo

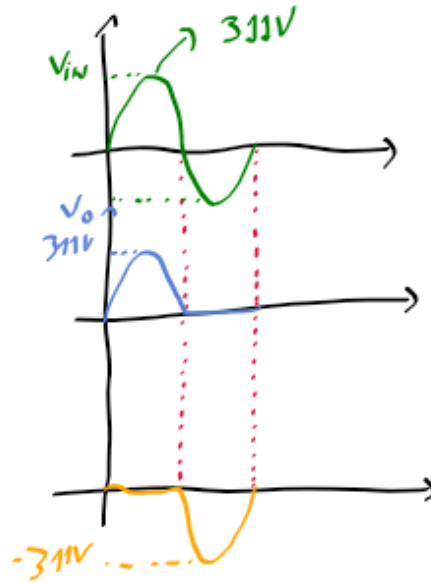
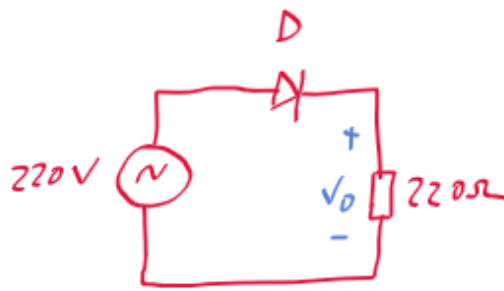
Tensão ou Corrente Média = Tensão ou Corrente CC

Tensão ou Corrente Eficaz = Tensão ou Corrente RMS

Tensão ou Corrente de Pico = Tensão ou Corrente Máxima

π (Pi) = 3,14159

Exercicio retificador de meia onda:



$$V_{O_MED} ? \quad I_{D_MED} ?$$

$$V_{O_EF} ? \quad I_{D_PICO} ?$$

$$I_{O_MED} ? \quad V_{R_{RM}} ?$$

$$I_{O_EF} ?$$

$$V_{O_MED} = \frac{V_{pico}}{\pi} = \frac{311}{3.14159} = 98,85V$$

$$V_{O_EF} = \frac{V_{pico}}{2} = \frac{311}{2} = 155,5V$$

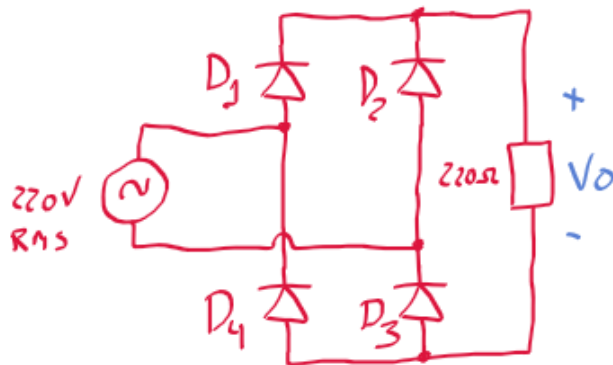
$$I_{O_MED} = \frac{V_{O_MED}}{R} = \frac{98,85}{220} = 450mA$$

$$I_{O_EF} = \frac{V_{O_EF}}{R} = \frac{155,5}{220} = 707mA$$

$$I_{D_MED} = I_{O_MED} = 450mA$$

$$I_{D_PICO} = \frac{V_{O_PICO}}{R} = \frac{311}{220} = 1,41A$$

Exercicio retificador de onda completa em ponte:



$$V_{pico} = \sqrt{2} \times 220 \\ = 311V$$

$$V_{O_MED} ? \quad I_{D_MED} ?$$

$$V_{O_MED} = \frac{2 \times V_{pico}}{\pi}$$

$$V_{O_EF} ? \quad I_{D_PICO} ?$$

$$V_{O_MED} = \frac{2 \times 311}{\pi} = 198V //$$

$$I_{O_MED} ? \quad V_{RRM} ?$$

$$V_{O_EF} = \frac{V_{pico}}{\sqrt{2}} = \frac{311}{\sqrt{2}} = 220V //$$

$$I_{O_EF} ?$$

$$I_{O_MED} = \frac{V_{O_MED}}{R}$$

$$I_{D_MED} = \frac{I_{O_MED}}{2} = \frac{900mA}{2} = 450mA //$$

$$I_{O_MED} = \frac{198}{220} = 900mA //$$

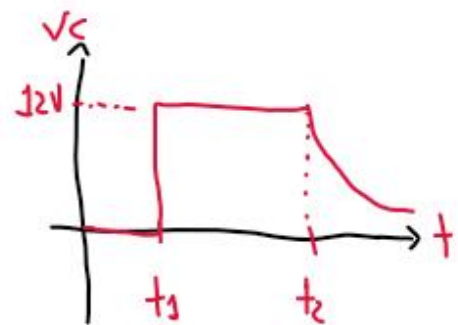
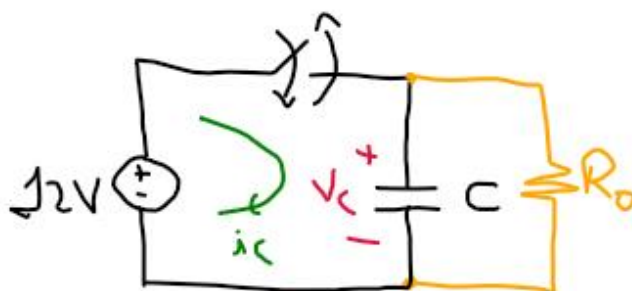
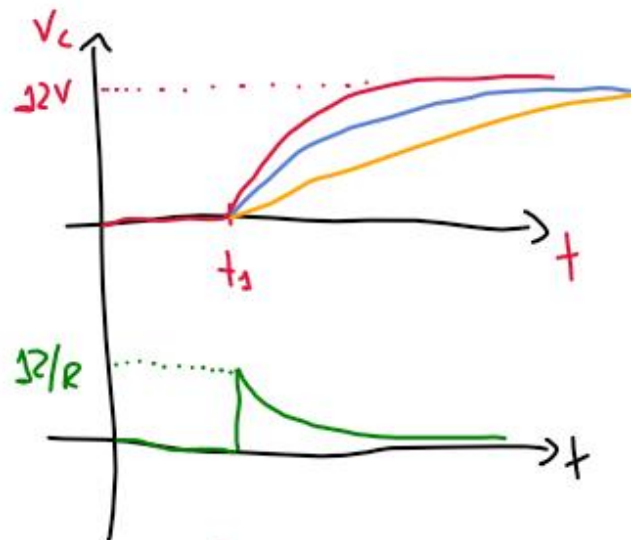
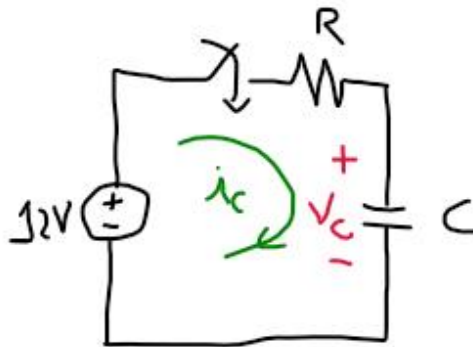
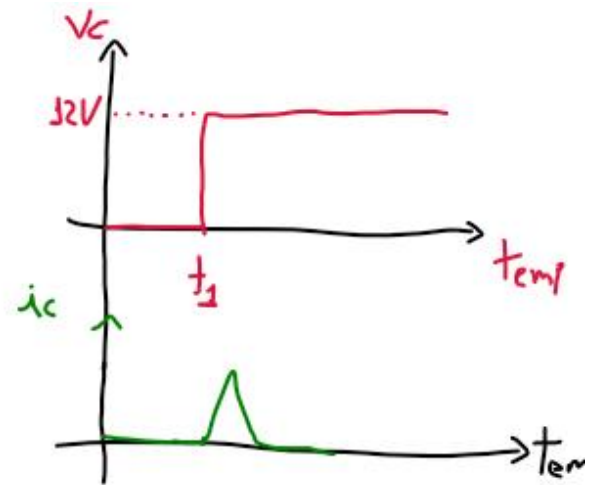
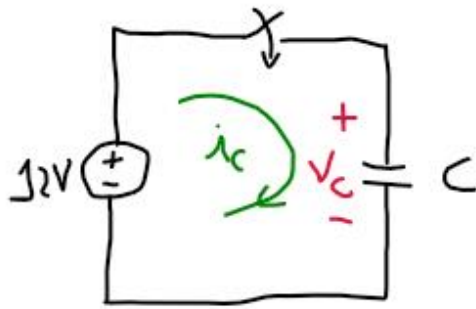
$$I_{D_PICO} = I_{O_PICO} = 1,41A //$$

$$I_{O_EF} = \frac{220}{220} = 1A //$$

$$V_{RRM} = V_{pico} = 311V //$$

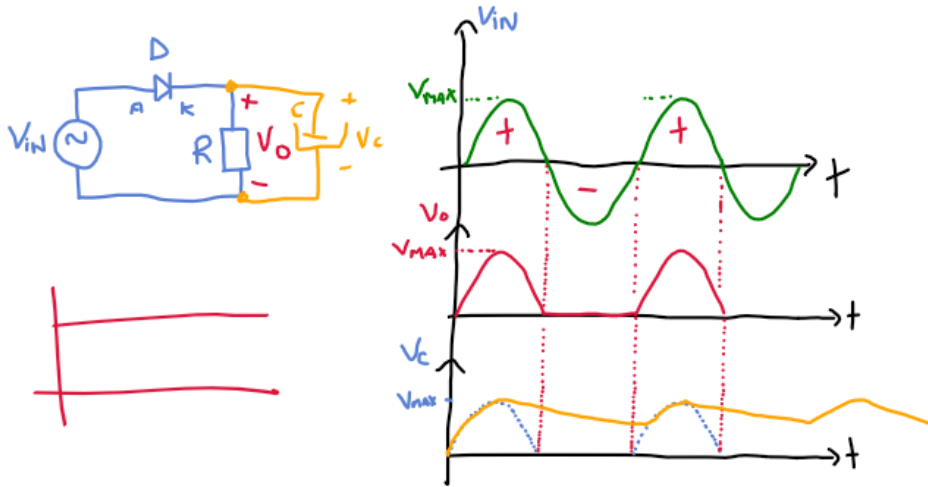
$$I_{O_PICO} = \frac{V_{O_PICO}}{R} = \frac{311}{220} = 1,41A$$

Carga e Descarga de um capacitor:

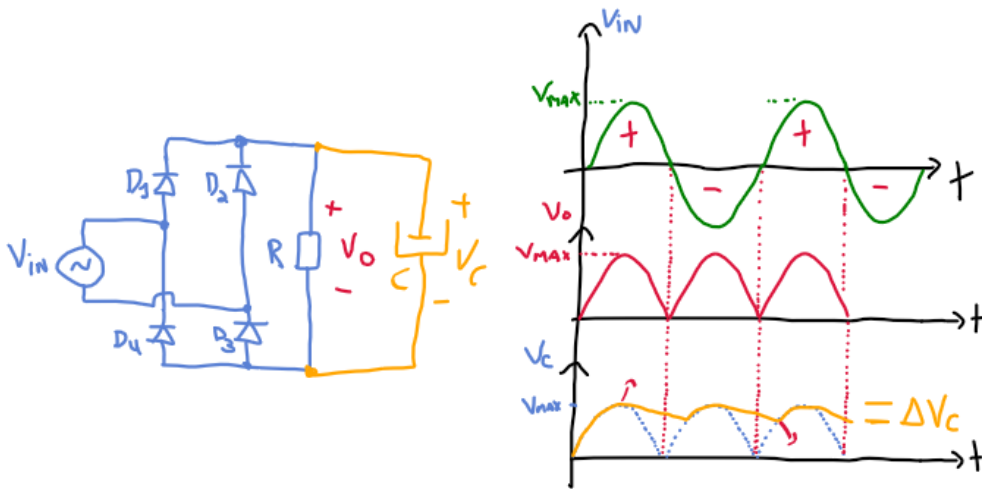


Retificador com filtro capacitivo:

Ret. Meia c/ Filtro Cap:



Ret. Onda Comp c/ Filtro Cap:



Equação para calcular a Capacitância necessária no retificador de meia onda:

$$C_1 = 2 \cdot \frac{P_{in}}{f_r \cdot (V_{C1max}^2 - V_{C1min}^2)}$$

C é o valor da capacitância em Farad;

Pin é a potência processada pelo retificador;

fr é a frequência da rede elétrica;

Vcmax é o valor máximo da tensão sobre o capacitor;

Vcmin é o valor mínimo da tensão sobre o capacitor;

Equação para calcular a Capacitância necessária no retificador de onda completa:

$$C_1 = \frac{P_{in}}{f_r \cdot (V_{C1max}^2 - V_{C1min}^2)}$$

Onde:

C é o valor da capacitância em Farad;

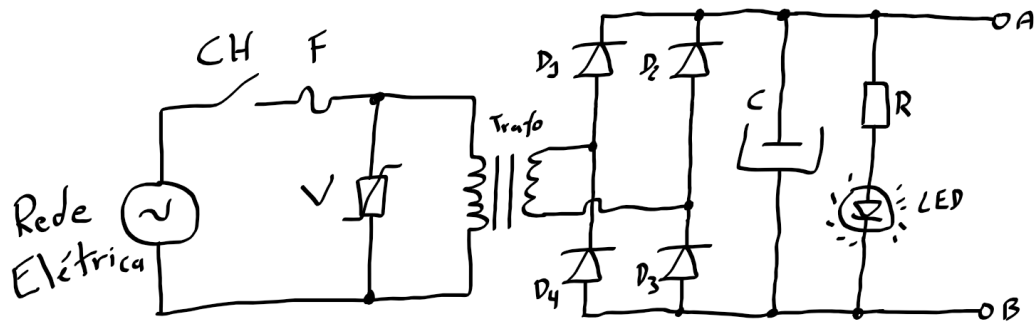
Pin é a potência processada pelo retificador;

fr é a frequência da rede elétrica;

Vcmax é o valor máximo da tensão sobre o capacitor;

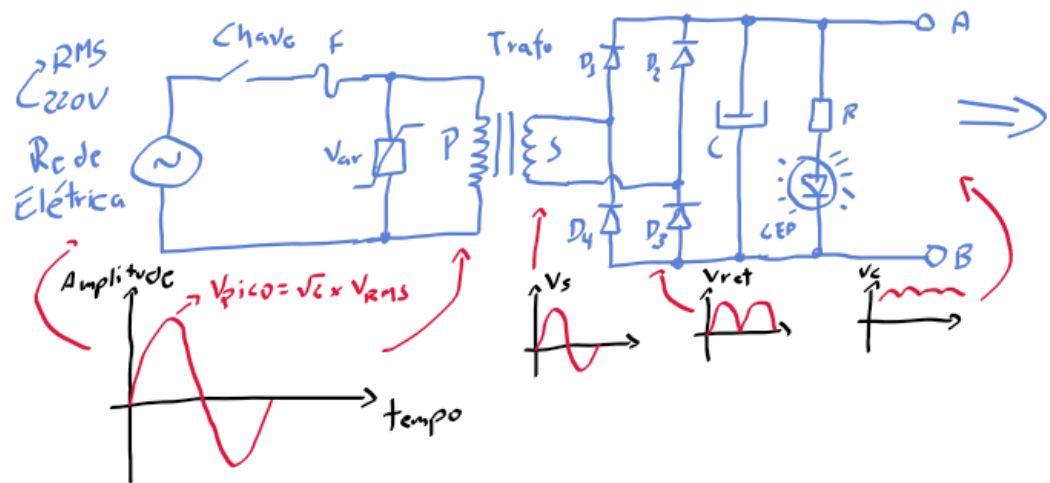
Vcmin é o valor mínimo da tensão sobre o capacitor;

Resumo dos tópicos estudados em eletrônica analógica I – Parte I

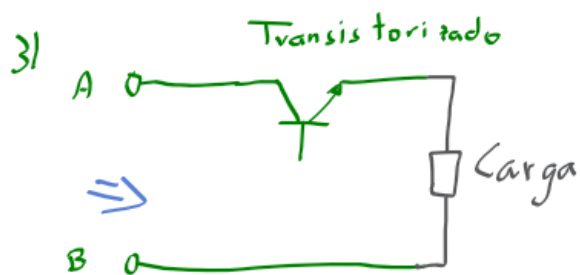
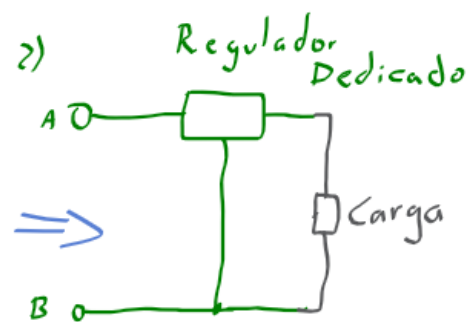
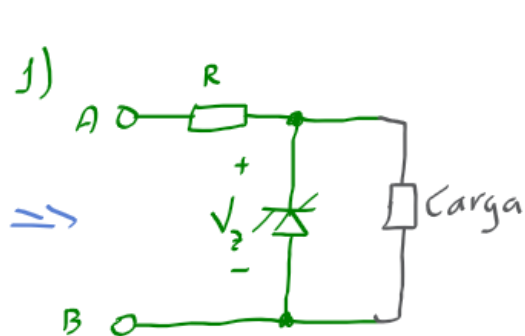


- Tensão Senoidal => Rede Elétrica
- Chave ON/OFF
- Fusível – Proteção Contra Sobre corrente
- Varistor – Proteção contra sobre tensão
- Transformador (Trafo) – Rebaixador de Tensão
- Diodo de Junção PN;
- Retificadores de meia onda e onda completa – Aplicação de Diodos
- Filtro Capacitivo;
- Sinalização com LED;

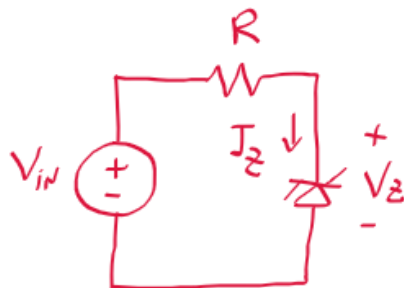
Regulação de tensão:



Como Regular a tensão a partir de A-B:



Regulação de tensão com diodo zener:



Zener ON:

$$V_{IN} > V_Z$$

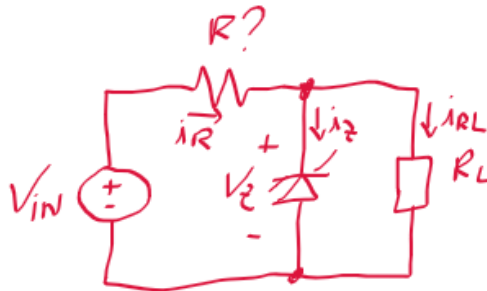
$$I_Z \neq 0$$

Zener OFF

$$V_{IN} < V_Z$$

$$I_Z = 0A$$

Regulação com Zener e Carga:



$$I_R = I_Z + I_{RL}$$

$$V_{RL} = V_Z$$

$$I_{RL} = \frac{V_{RL}}{R_L} = \frac{V_Z}{R_L}$$

$$R_{min} = \frac{V_{IN_{max}} - V_Z}{I_{Z_{max}} + I_{RL}}$$

$$R_{max} = \frac{V_{IN_{min}} - V_Z}{I_{Z_{min}} + I_{RL}}$$

$$I_{Z_{max}} = \frac{P_{Z_{max}}}{V_Z}$$

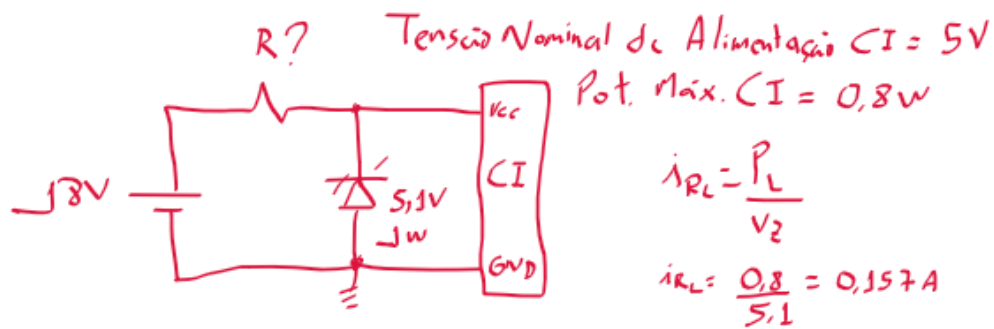
$$I_{Z_{min}} = 1\% \text{ de } I_{Z_{max}} \text{ ou}$$

$$I_{Z_{min}} = I_{ZK} \text{ (datasheet) Test current}$$

$$R_{esc} = \frac{R_{min} + R_{max}}{2}$$

\Rightarrow VER VALOR COMERCIAL + Próximo e calcular Potência Resistor

Exemplo prático Regulação de tensão com diodo zener:



$$R_{min} = \frac{V_{in} - V_Z}{I_{Zmax} + I_{RL}}$$

$$R_{max} = \frac{V_{in} - V_Z}{I_{Zmin} + I_{RL}}$$

$$I_{Zmax} = \frac{P_{Zmax}}{V_Z} = \frac{1}{5,1} = 0,196A$$

$$I_{Zmin} = 1\% \text{ de } I_{Zmax} \text{ ou } I_{Zmin} = I_{ZK} (\text{datasheet})$$

$$R_{min} = \frac{18 - 5,1}{0,196 + 0,157} = 36,5 \Omega \quad R_{max} = \frac{18 - 5,1}{0,00157 + 0,157} = 81,4 \Omega$$

$$I_{Zmax} = \frac{1}{5,1} = 196 \text{ mA}$$

$$P_L = \frac{V_L^2}{R_L}$$

$$I_{RL} = \frac{P_L}{V_{RL}} = \frac{P_L}{V_Z} = \frac{0,8}{5,1} = 156,8 \text{ mA}$$

$$R_L = \frac{V_{RL}^2}{P_L} = \frac{5,1^2}{0,8} = 32,06 \Omega$$

$$R_{esc} = \frac{36,5 + 81,4}{2} = 59 \Omega$$

$$R_{comercial} = 68 \Omega / 3W / 5\%$$

$$P_R = \frac{V_R^2}{R} = \frac{(V_{in} - V_Z)^2}{R} = \frac{(18 - 5,1)^2}{68} = 2,4W$$