



Aluno(a):

Aula Teórica #8

Disciplina:

EEL315 — Eletrônica I

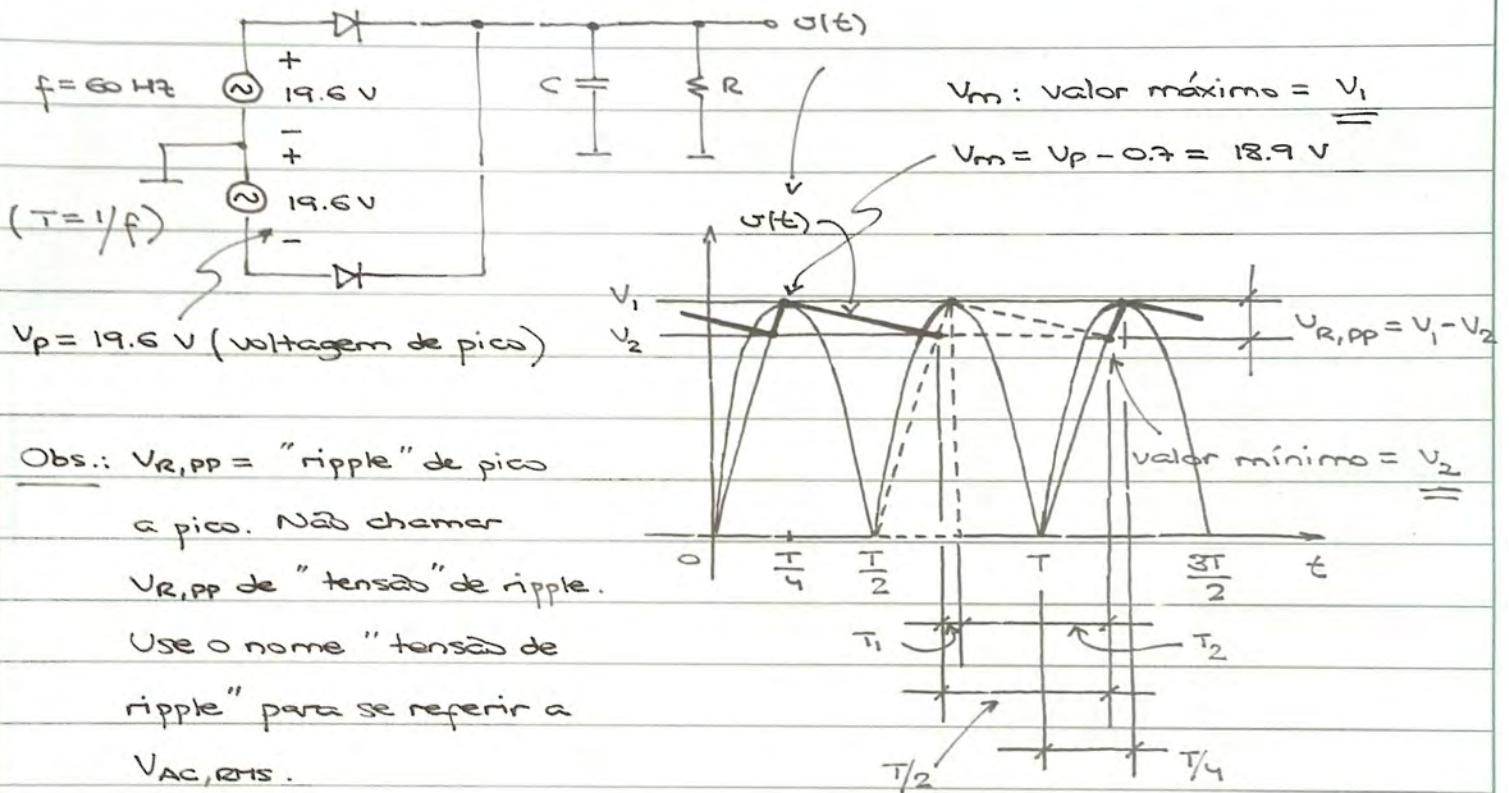
Turma:

Professor(a):

José Gabriel

1  
2  
3  
4  
5

4) Fonte RC com Filtro Capacitivo

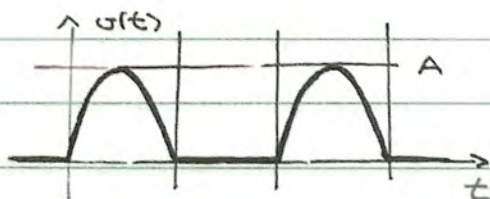


4.1) Fator de Ripple (Fator de Ondulação)

$$r = V_{AC,RMS} / V_{DC}$$

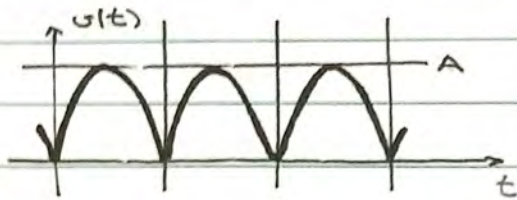
Alguns exemplos:

a) Retificador de Meia Onda



$$r = \frac{\sqrt{\frac{A^2}{4} - \frac{A^2}{\pi^2}}}{A/\pi} = \pi \sqrt{\frac{0.25 - 1}{\pi^2}} = 1.21 //$$

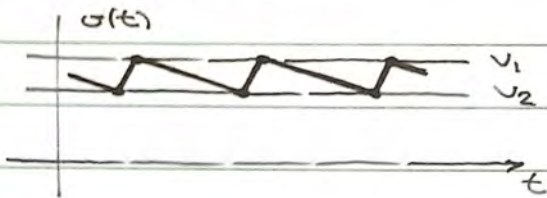
b) Retificador de Onda Completa



$$r = \frac{\sqrt{\frac{A^2}{2} - \frac{4A^2}{\pi^2}}}{2A/\pi} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{0.5 - \frac{4}{\pi^2}}{\pi^2}} = 0.48 //$$

(ou seja, 48%)

c) Dente de Serra



ondulação (ou ripple) de pico

$$V_{R,P} = \frac{V_1 - V_2}{2}$$

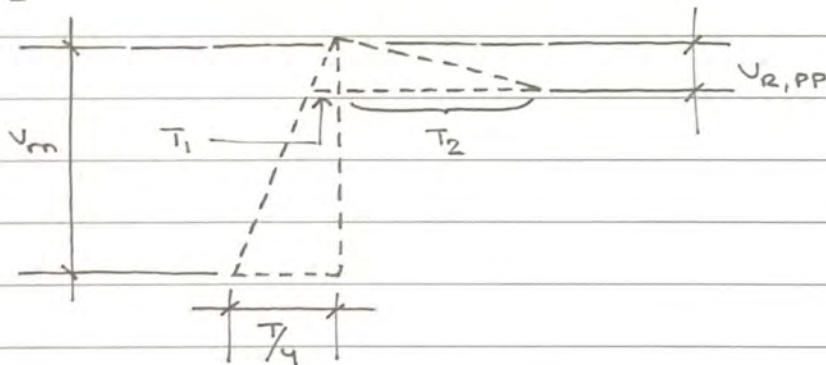
$$V_{AC,RMS} = \frac{V_{R,P}}{\sqrt{3}}$$

$$r = \frac{V_{R,P}}{\sqrt{3} V_{DC}}$$

Obs.1: Lembre que  $V_{R,P} = \sqrt{3} r V_{DC}$  !!! E que isso vale somente para a onda dente de serra.

Obs.2: Note também que, na onda dente de serra, temos  $V_{DC} + V_{R,P} = V_m$ .  
 Por exemplo, considere  $V_m = 18.9 \text{ V}$  e  $V_{DC} = 15 \text{ V}$ . Então  $V_{R,P} = 3.9 \text{ V}$ ,  
 $V_1 = 18.9 \text{ V}$ ,  $V_2 = 11.1 \text{ V}$  e  $V_{DC} = (V_1 + V_2)/2$  (ou).

4.2  $T_2 = \frac{T}{2} - T_1$  (eliminando  $T_1$  e  $T_2$  na figura)



a) Primeiro, observe o triângulo com  $T_1$ . Vamos eliminar  $T_1$ :

$$\frac{V_{R,PP}}{T_1} = \frac{V_m}{T/4} \rightarrow T_1 = \frac{TV_{R,PP}}{4V_m}$$

$$T_2 = \frac{T}{2} - \frac{TV_{R,PP}}{4V_m} = \frac{T}{2} \left( \frac{V_m - \frac{V_{R,PP}}{2}}{V_m} \right) \rightarrow T_2 = \frac{TV_{DC}}{2V_m} //$$

(e  $T_2 = \frac{T}{2} - T_1$ )

Truque: colocar  $\frac{T}{2V_m}$  em evidência, procurando com isso isolar  $V_{DC}$ .



b) Agora, obtemos  $T_2$  a partir do segundo triângulo:

$$\frac{V_{R,PP}}{T_2} = \frac{I}{C} \longrightarrow T_2 = \frac{V_{R,PP} C}{I}$$

(Obs.: note que  $q = C\psi \rightarrow \frac{dq}{dt} = C \frac{d\psi}{dt} \rightarrow I = \frac{C \Delta\psi}{\Delta t}$ , então  $\frac{\Delta\psi}{\Delta t} = \frac{I}{C}$ )

$$\text{E então: } \frac{V_{R,PP} C}{I} = \frac{T V_{DC}}{2V_m} \longrightarrow C = \frac{I V_{DC}}{2f V_m V_{R,PP}}$$

Lembre que  $V_{R,P} = \sqrt{3} r V_{DC}$ . Isso equivale a  $V_{R,PP} = 2\sqrt{3} r V_{DC}$ .

Então:

$$C = \frac{I}{4\sqrt{3} f \cdot r \cdot V_m}$$

Exemplo:  $R = 820 \Omega$ . Calcule  $C$  para que  $r \leq 5\%$  (são dados  $V_p = 19.6 \text{ V}$  e  $f = 60 \text{ Hz}$ ).

Solução — uma solução boa é obtida pelo método iterativo:

i)  $r = 5\%$  ("chute inicial")

$$(1 + \sqrt{3} r) V_{DC} = V_m \longrightarrow V_{DC} = 17.4 \text{ V}$$

$\uparrow$  0.05       $\uparrow$  18.9 V

$$I = \frac{V_{DC}}{R} = \frac{17.4}{820} = 21.2 \text{ mA}$$

Usando  $r = 5\%$  e  $I = 21.2 \text{ mA}$ , podemos calcular  $C$ . Alternativamente, podemos verificar algum valor de  $C$  diretamente:

$$r = \frac{21.2 \times 10^{-3}}{4 \times 1.7 \times 60 \times 18.9 \times 100 \times 10^{-6}} = \frac{21.2}{771.1} = 0.027 = 2.7\% \text{ (ou)}$$

Faço a substituição de  $C = 100 \mu\text{F}$  (ou seja, verifico  $C = 100 \mu\text{F}$ ) diretamente, porque sei que funciona. Caso contrário (se não soubesse), eu primeiro calcularia:

$$C = \frac{21.2 \times 10^{-3}}{4 \times 1.7 \times 60 \times 0.05 \times 18.9} = 54 \mu\text{F}, \text{ e depois utilizaria um ...}$$

E depois utilizaria um valor comercial para C. No LEG, temos  $C = 100 \mu\text{F}$  disponível.

ii) Recalculando  $V_{DC}$ , temos:

$$r = 2.7\% \longrightarrow (1 + \sqrt{3} \times 0.027) V_{DC} = 18.9$$

$$V_{DC} = 18.1 \text{ V}$$

$$I = \frac{V_{DC}}{R} = \frac{18.1}{820} = 22 \text{ mA}$$

$$r = \frac{22 \times 10^{-3}}{4 \times 1.7 \times 60 \times 18.9 \times 100 \times 10^{-6}} = \frac{22}{771.1} = 0.028 = 2.8\%$$

(fim das iterações)

No simulador, usando  $C = 100 \mu\text{F}$ , obtemos:

(*)				
$R_L (\Omega)$	$V_m (\text{V})$	$V_{DC} (\text{V})$	$V_2 (\text{V})$	$r (\%)$
820	18.8	18.1	17.3	2.6
1640	18.8	18.5	18.0	1.3
8200	18.9	18.8	18.7	0.27

(\*) Cálculo do fator de ripple usando o simulador: digamos que o traço de interesse se chame  $V(RS:2)$ . Então o fator de ripple é calculado através da divisão de  $V_{AC,RMS}$  por  $V_{DC}$ :

$$\frac{\text{RMS}(V(RS:2) - \text{AVG}(V(RS:2)))}{\text{AVG}(V(RS:2))}$$