

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

THIAGO SANTOS DE LIRA

PWM
Bipolar

Florianópolis
20 de setembro de 2021

Vi	Vo	Po
400V	220V (RMS)	750W

O exercício proposto é o de conversor é de alimentar uma carga CA, com a devida alimentação CC, aplicando o PWM para modular a chave em chaveamento nas chaves, Q1 e Q2 são a razão cíclica e Q3 e Q4 a complementar. Foi considerado a frequência principal de 60 Hz e assim podendo notar e observar como será analisado os parâmetros desejados de saída.

Thiago Santos de Lira

Valores Propostos

$$V_{out_rms} := 220 \quad V_{in_cc} := 400 \quad P_{out} := 750 \quad f := 60 \quad \omega_o := 2 \cdot \pi \cdot f$$

Valores do Projetista

$$\%THD := \frac{10}{100} = 0,1$$

$$R := \frac{V_{out_rms}^2}{P_{out}} = 64,5333 \quad \boxed{R := 64} \quad I_{out_rms} := \sqrt{\frac{P_{out}}{R}} = 3,4091$$

$$Z := \frac{V_{out_rms}}{I_{out_rms}} = 64,5333$$

$$X_L := \sqrt{Z^2 - R^2} = 8,2796 \quad \boxed{L := \frac{X_L}{\omega_o} = 0,022}$$

Figura 02 - Parte 2 Cálculos

Valores Calculados

$$V_1 := V_{out_rms} \cdot \sqrt{2} = 311,127$$

$$m_a := \frac{V_1}{V_{in_cc}} = 0,7778$$

$$V_{tri} := 5 \quad V_{ref} := m_a \cdot V_{tri} = 3,8891$$

Amplitude da corrente em 60Hz

$$Z := \sqrt{R^2 + (\omega_o \cdot L)^2} = 64,5333$$

$$I_1 := \frac{V_1}{Z} = 4,8212$$

Corrente da harmônica na frequência da portadora

$$I_{mf} := \%THD \cdot I_1 = 0,4821$$

Tabela 8-3 Coeficientes de Fourier normalizados V_n/V_{cc} para o PWM bipolar

	$m_a = 1$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
$n=1$	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10
$n=m_i$	0,60	0,71	0,82	0,92	1,01	1,08	1,15	1,20	1,24	1,27
$n=m_i \pm 2$	0,32	0,27	0,22	0,17	0,13	0,09	0,06	0,03	0,02	0,00

$V_{mf} := 0,82 \cdot V_{in_cc} = 328$

$$Z_{mf} := \frac{V_{mf}}{I_{mf}} = 680,331$$

Figura 02 - Parte 2 Cálculos

Para a impedância de carga (Z_{mf}) ser maior que 680.331, m_f deverá ser maior que:

$$m_f := \frac{Z_{mf}}{\omega_o \cdot L} = 82,1699 \quad m_f := 83$$

Definindo a frequência da triangular

$$f_{tri} := m_f \cdot f = 4980$$

$$n := 1$$

$$V_1 := m_a \cdot V_{in_cc} = 311,127$$

$$Z_1 := \sqrt{R^2 + (n \cdot \omega_o \cdot L)^2} = 64,5333$$

$$I_1 := \frac{V_1}{Z_1} = 4,8212$$

$$P_1 := \left(\frac{I_1}{\sqrt{2}} \right)^2 \cdot R = 743,8017$$

Figura 03 - Parte 3 Cálculos

$$n := m_f$$

$$V_{mf} := 0,82 \cdot V_{in_cc} = 328$$

$$Z_{mf} := \sqrt{R^2 + (n \cdot \omega_o \cdot L)^2} = 690,1772$$

$$I_{mf} := \frac{V_{mf}}{Z_{mf}} = 0,4752$$

$$P_{mf} := \left(\frac{I_{mf}}{\sqrt{2}} \right)^2 \cdot R = 7,2273$$

$$P := P_1 + P_{mf} = 751,029$$

$$I_{out_rms} := \sqrt{\left(\frac{I_1}{\sqrt{2}} \right)^2 + \left(\frac{I_{mf}}{\sqrt{2}} \right)^2} = 3,4256$$

$$\%THD_I := \frac{\sqrt{\left(\frac{I_{mf}}{\sqrt{2}} \right)^2}}{\frac{I_1}{\sqrt{2}}} = 0,0986$$

Figura 04 - Parte 4 Cálculos

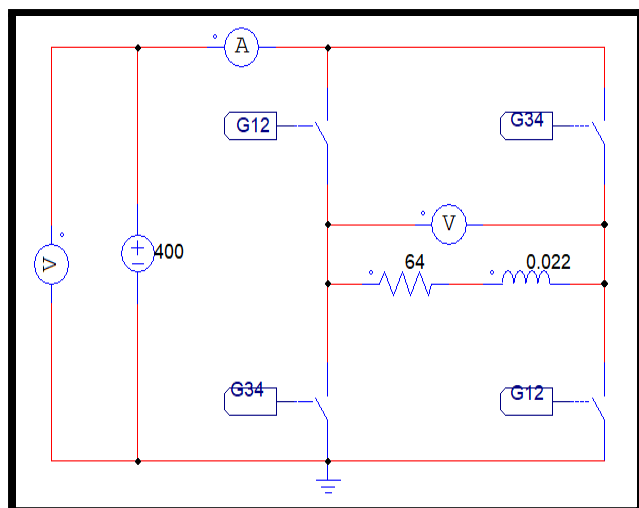


Figura 05 - Circuito proposto Parte 1

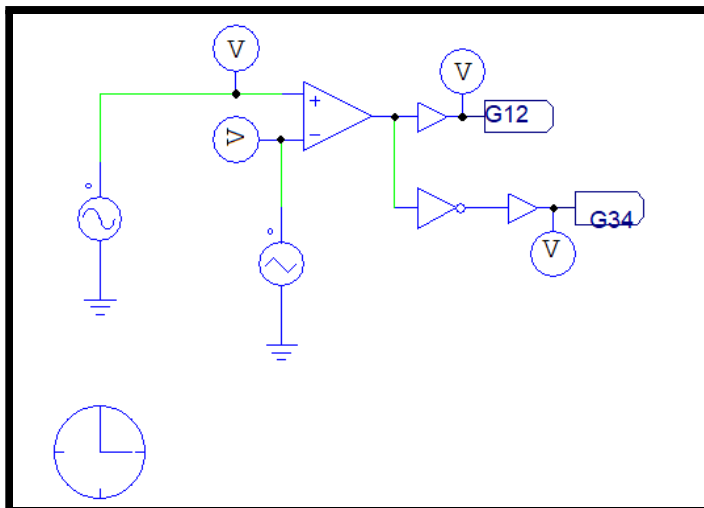


Figura 06 - Circuito proposto Parte 2

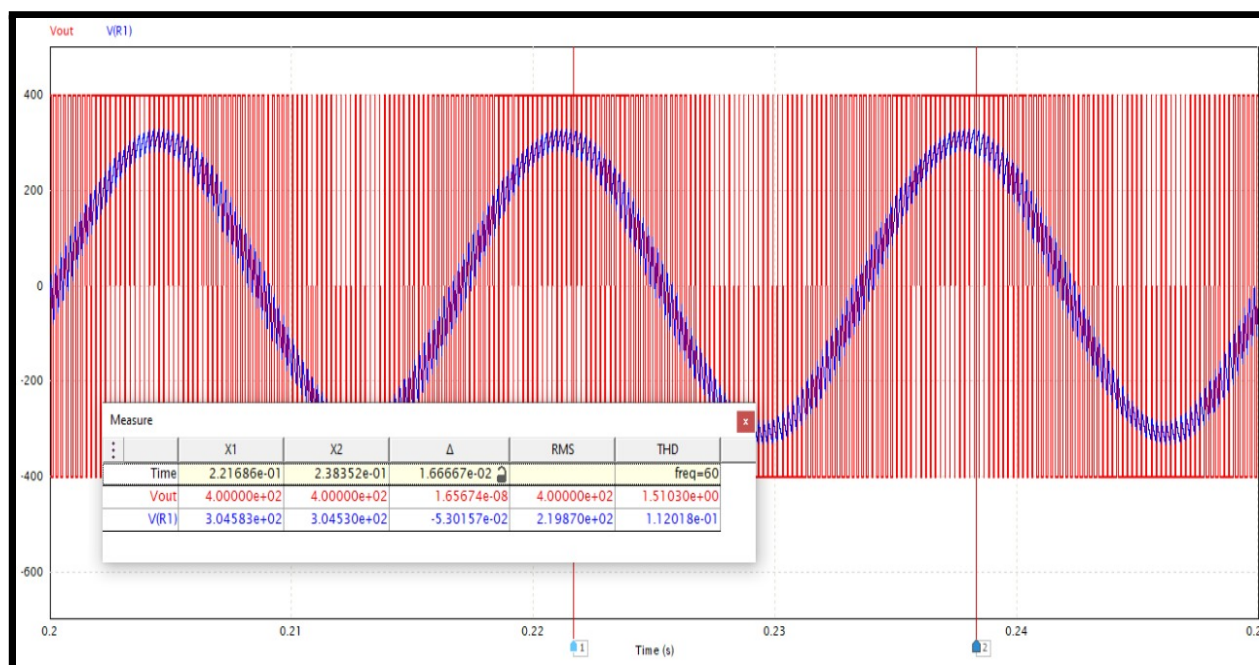


Figura 07 - Tensão de Saída

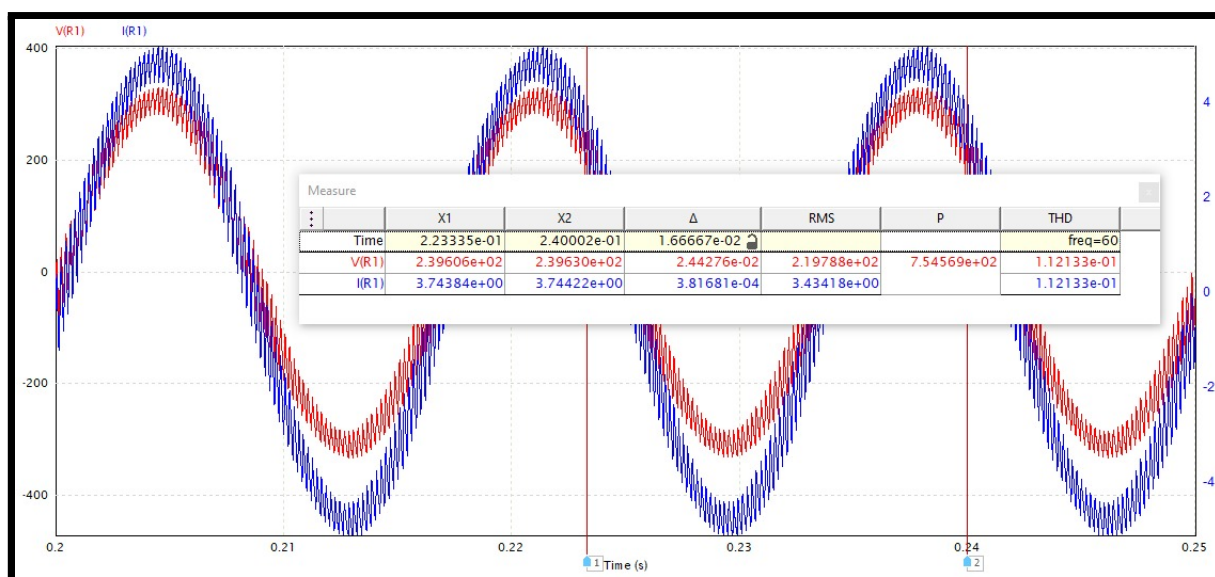


Figura 08 - Potência na saída

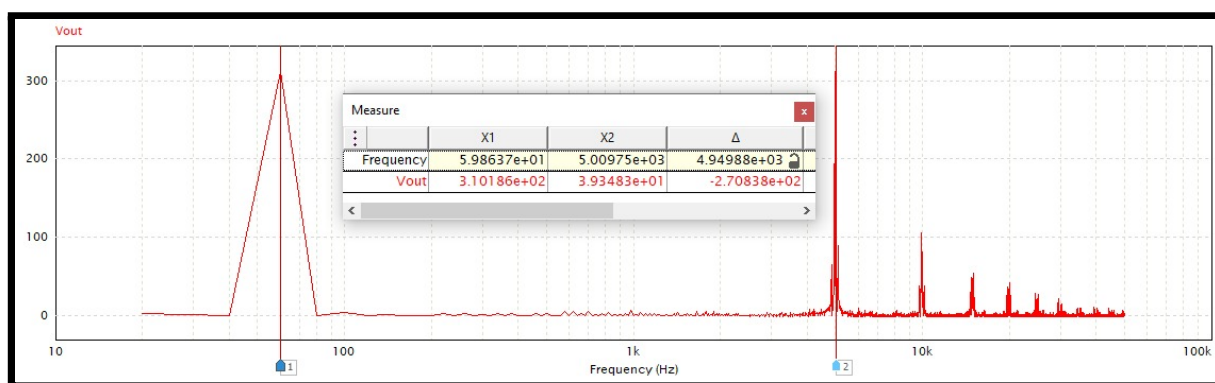


Figura 9 – FFT tensão de saída

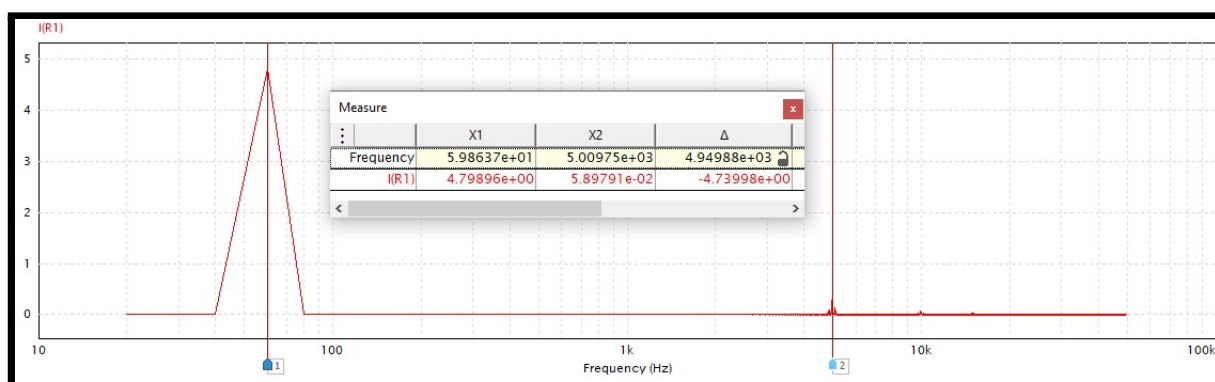
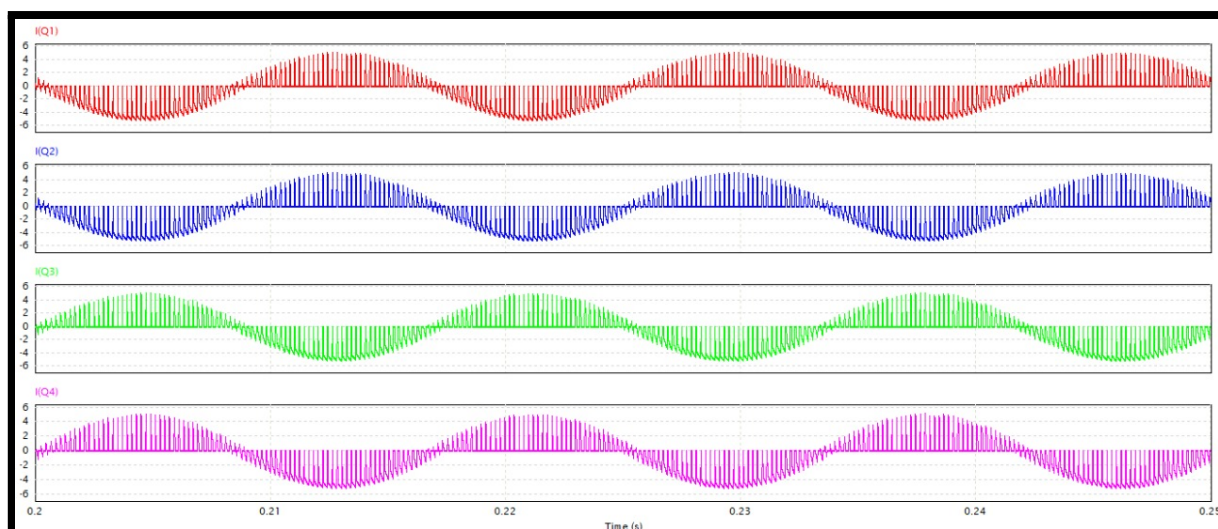


Figura 10 – FFT corrente de saída



Ao invés de comparar com um nível CC, se compara com uma senoide. Sempre que a triangular estiver menor que a senoide, entrega-se VCC para carga, no entanto sempre que o oposto acontecer, ou seja, sempre que a senoide estiver menor que a triangular entrega-se -VCC para a carga, chaveando em dois níveis (Bipolar).

Quando a senoide se aproxima do pico da angular a razão cíclica se aproxima de UM, quando a senoide se aproxima do pico negativo do triângulo a razão cíclica se aproxima de ZERO.

Se a frequência é mantida maior do que a frequência que quero entregar, fica muito mais fácil de filtrar.