

**FACULDADE DE ENGENHARIA SÃO PAULO**

**F E S P**

**SIMULAÇÕES COM PSIM**

**ANÁLISE DE PARTIDA EM MOTORES DE INDUÇÃO**

**ACIONAMENTOS CC**

**CONVERSOR ABAIXADOR**

**Lista de Exercícios**

**Diego Silva Viana -21480**

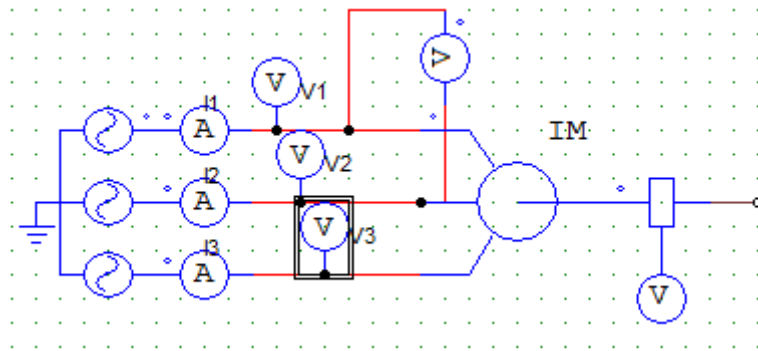
**Otávio Fiorentino - 21516**

**Beatriz Nudelman - 21670**

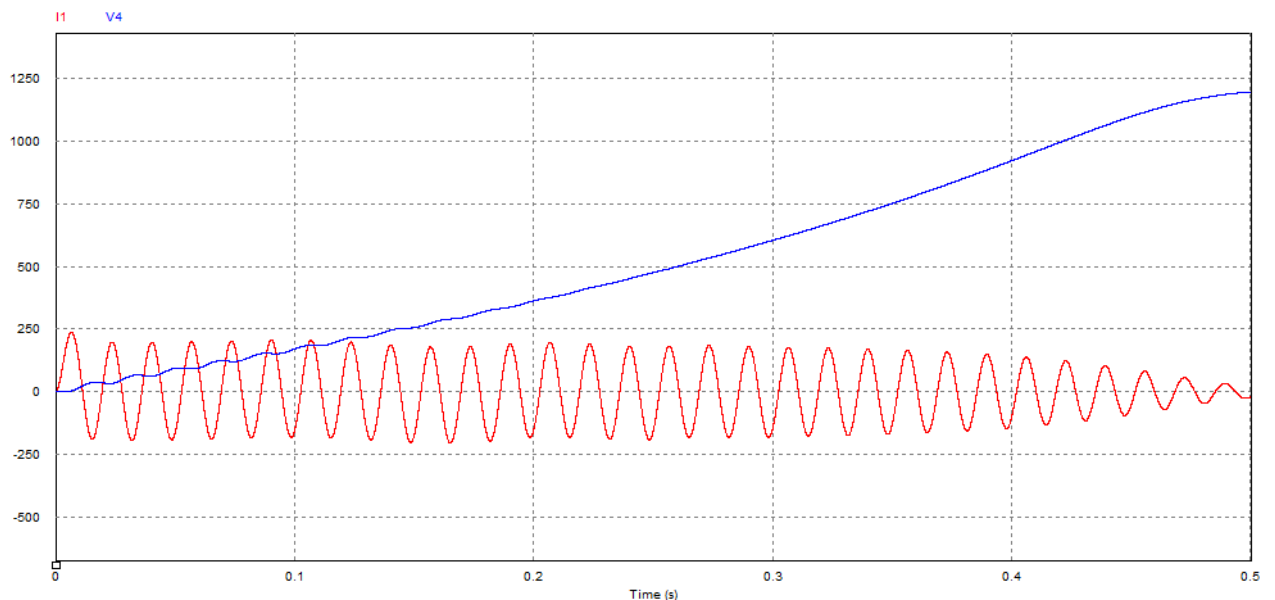
**SÃO PAULO**

**2019**

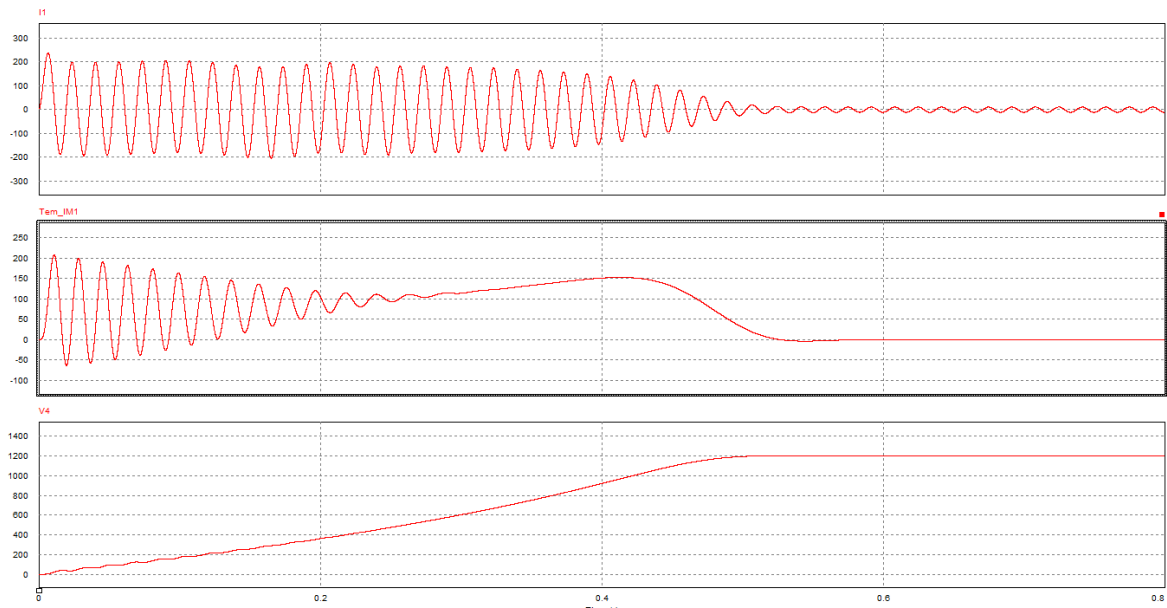
## Partida de motor de indução em vazio



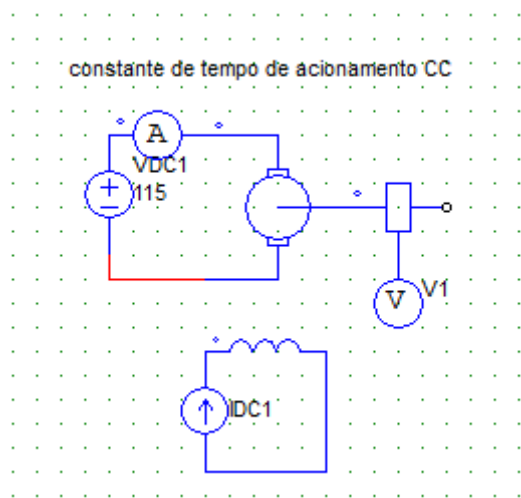
Relação de corrente de fase com rotação do motor até atingir sua rotação nominal em vazio. Até que a corrente de linha atinja sua estabilização, a velocidade angular do motor cresce de maneira a atingir sua velocidade nominal, assim, estabilizando a corrente requerida ao motor.



Relações de torque e rotação para motor em vazio. O torque do motor em seu eixo de saída cresce a medida que a rotação também é acrescida a fim de vencer a inércia envolvida. Atingindo a rotação constante nominal, o torque retorna a zero, pois este não possui carga na sua saída.



## Constante de tempo de acionamento CC



DC Machine

Parameters

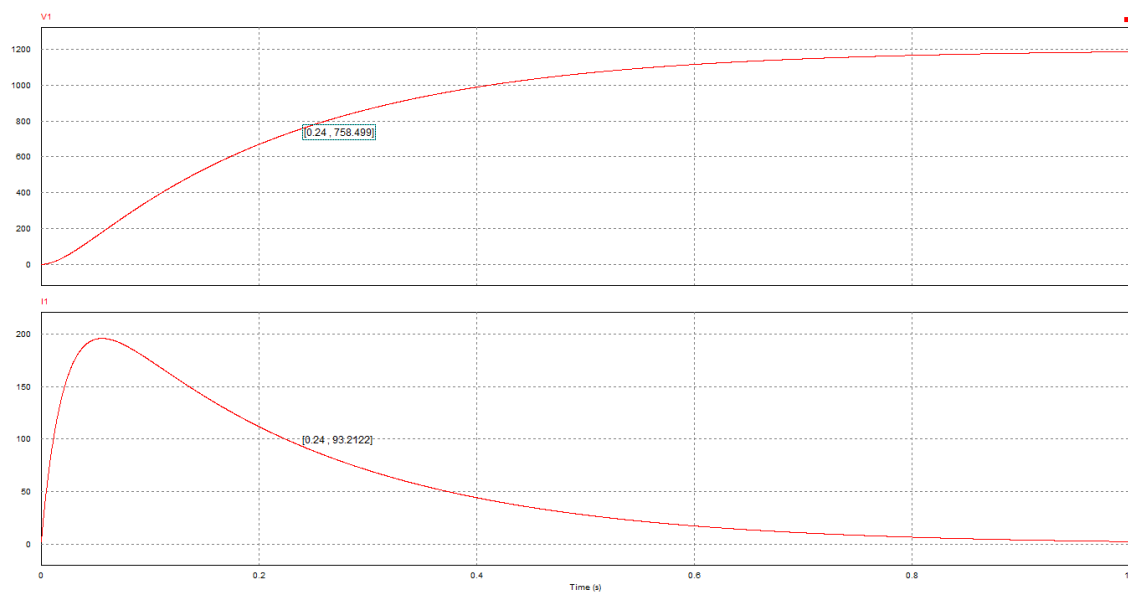
Other Info

Color

DC machine

Help

		Display
Name	DC1	<input type="checkbox"/>
Ra (armature)	0.5	<input type="checkbox"/> ▼
La (armature)	0.01	<input type="checkbox"/> ▼
Rf (field)	75	<input type="checkbox"/> ▼
Lf (field)	0.02	<input type="checkbox"/> ▼
Moment of Inertia	0.4	<input type="checkbox"/> ▼
Vt (rated)	120	▼
Ia (rated)	10	▼
n (rated, in rpm)	1200	▼
If (rated)	1.6	▼
Torque Flag	0	▼
Master/Slave Flag	1	▼



Measure	
Time	2.4000000e-001
V1	7.5849909e+002
I1	9.3212193e+001

Simulation Control		
Parameters	SimCoder	Color
Simulation Parameters		
Time Step	1E-005	
Total Time	1	<input type="checkbox"/> Free Run
Print Time	0	
Print Step	20	
Load Flag	0	
Save Flag	0	

$$G_{(s)} = \frac{\frac{1}{k}}{s^2 * \tau_e * \tau_m + s * \tau_m + 1}$$

$$R_a = 0,37\Omega, \tau_e = 4,05ms, \tau_m = 11,7ms, E_a = k * \omega, V_e = E_a - R_a * i_a$$

$$\tau_e = \frac{L_a}{R_a}, \quad \tau_m = \frac{R_a * J}{k^2} \quad La = R_a * \tau_e = 0,37 * 4,05 * 10^{-3} = 1,49mH$$

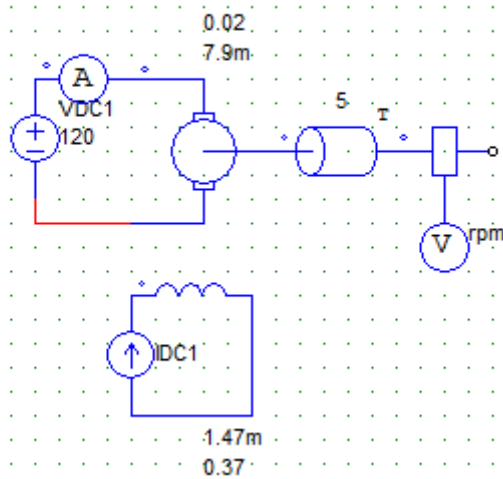
$$E_a = k * \omega_n$$

$$\omega_n = \frac{232,6rad}{s} = 2221rpm$$

$$E_{an} = 120 - 037 * 10 = 116,3$$

$$T_n = k * 10 = 5Nm$$

constante de tempo de acionamento CC



DC Machine		
Parameters   Other Info   Color		
DC machine <span>Help</span>		
		Display
Name	DC1	<input type="checkbox"/>
Ra (armature)	0.37	<input type="checkbox"/> ▼
La (armature)	1.47m	<input type="checkbox"/> ▼
Rf (field)	75	<input type="checkbox"/> ▼
Lf (field)	0.02	<input type="checkbox"/> ▼
Moment of Inertia	7.9m	<input type="checkbox"/> ▼
Vt (rated)	120	▼
Ia (rated)	10	▼
n (rated, in rpm)	2221	▼
If (rated)	1.6	▼
Torque Flag	0	▼
Master/Slave Flag	1	▼

Simulation Control

Parameters

SimCoder

Color

Simulation Parameters

Help

Time Step

1E-005

Total Time

0.1

☐ Free Run

Print Time

0

Print Step

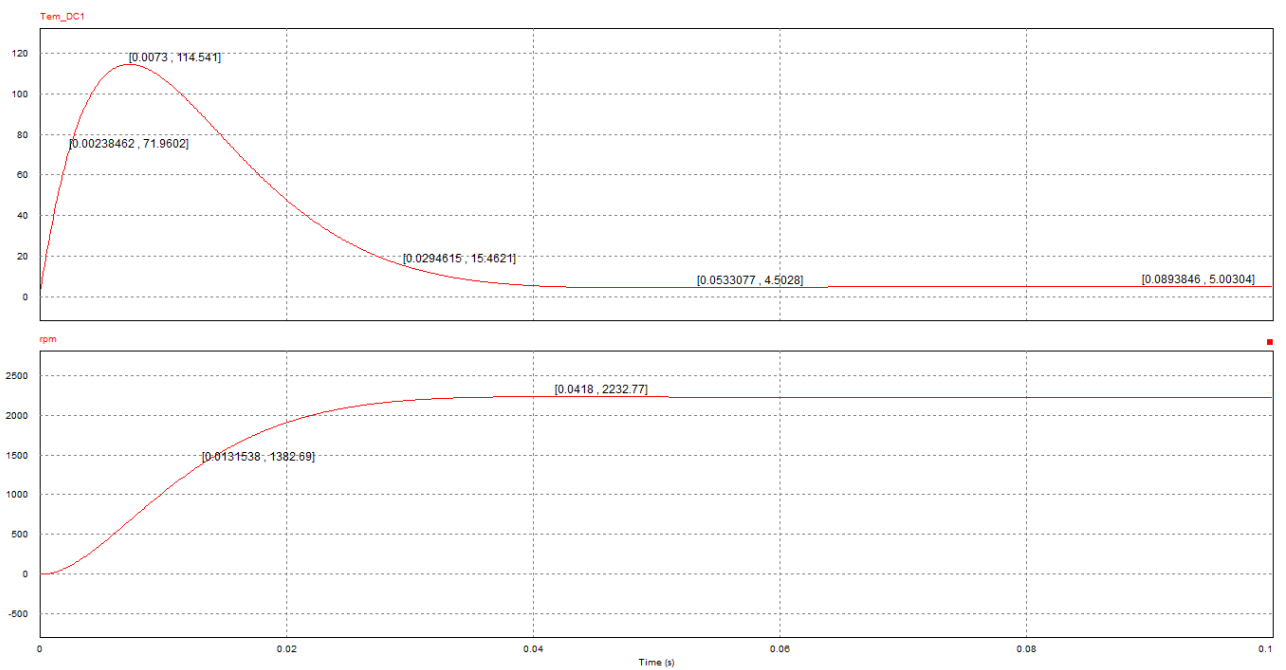
20

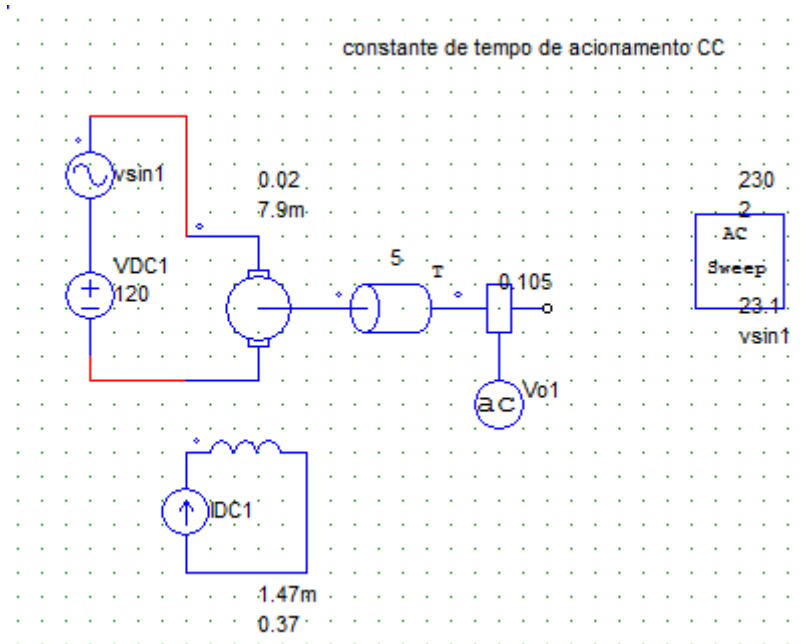
Load Flag

0

Save Flag

0





**AC Sweep**

Parameters | Color

AC sweep parameters Help

		Display
Name	ACSWEEP1	<input type="checkbox"/>
Start Frequency	2	<input checked="" type="checkbox"/> ▾
End Frequency	230	<input checked="" type="checkbox"/> ▾
No. of Points	51	<input type="checkbox"/> ▾
Flag for Points	0 ▾	<input type="checkbox"/> ▾
Source Name	vsin1	<input type="checkbox"/> ▾
Start Amplitude	0.1	<input type="checkbox"/> ▾
End Amplitude	0.1	<input type="checkbox"/> ▾
Freq. for extra Points	23.1	<input checked="" type="checkbox"/> ▾

$$Gain = 2\pi/60$$



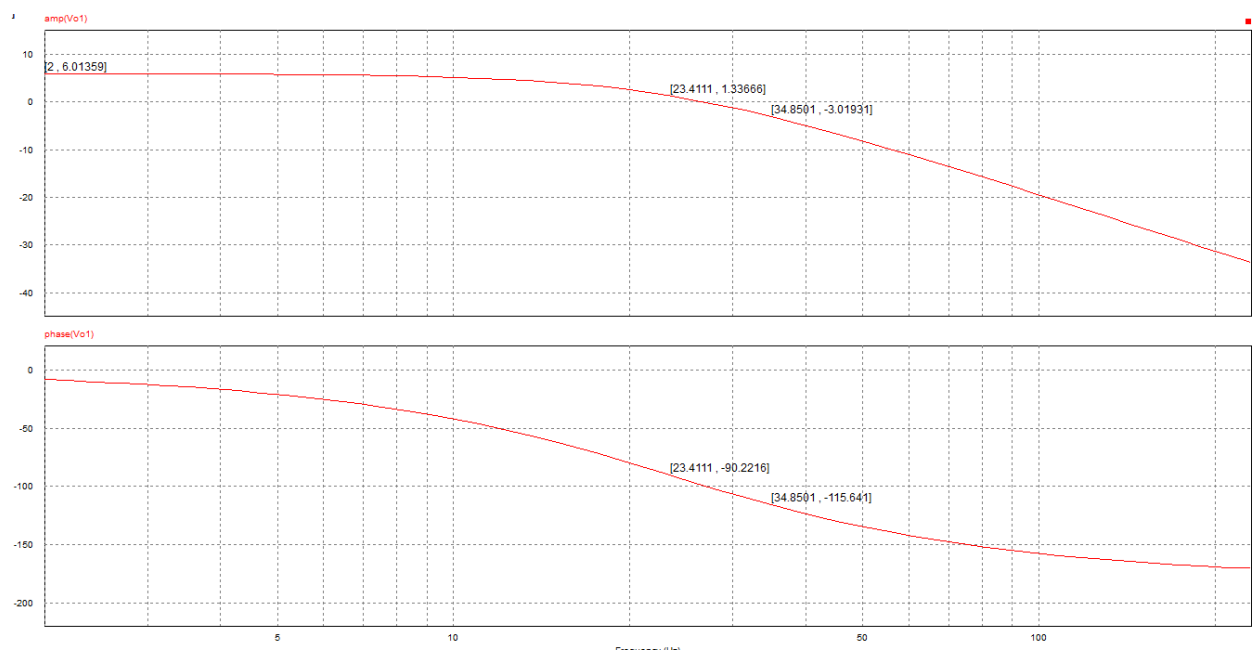
**Speed Sensor** [X]

Parameters | Other Info | Color

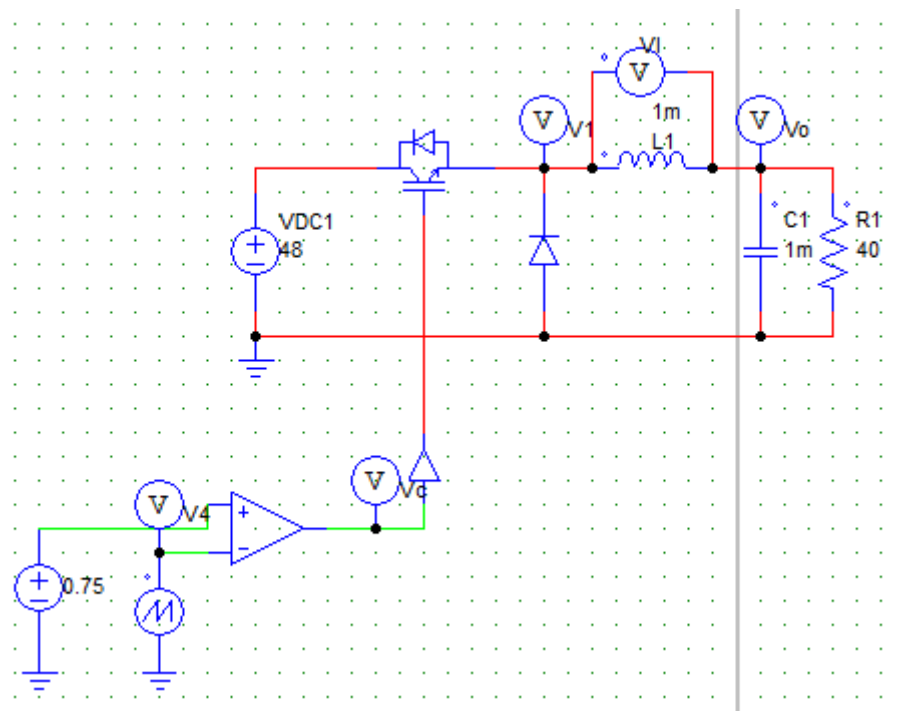
Speed sensor [Help]

Name	WSEN3	Display	<input type="checkbox"/>
Gain	0.105		<input checked="" type="checkbox"/> [v]

Perda de transferência de potencia de acordo com a rotação.



## Conversor CC-CC abaixador



para modo de condução contínua, limite entre condução contínua e descontinua.

$$I_{lb} = (V_d - V_o)D \cdot \frac{T_s}{2L} = (1 - D)V_o \cdot \frac{T_s}{2L} = 0,9A$$

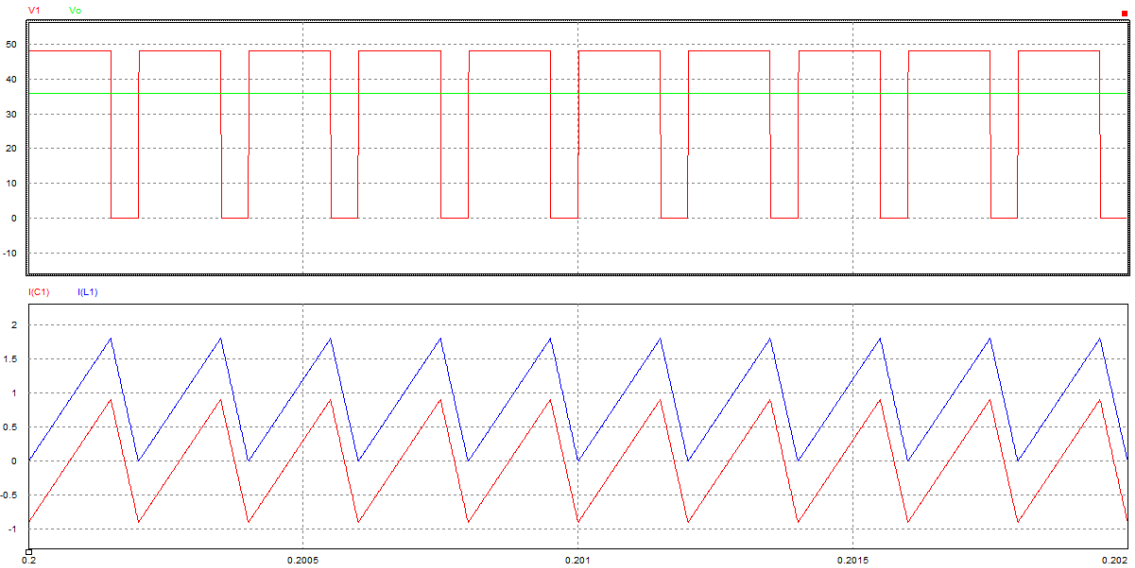
$$= \frac{0,25 \cdot 36 \cdot 200 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,9A$$

$$R_{lim} = \frac{36}{0,9} = 40\Omega$$

$$\Delta V = \frac{1}{1 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 10^{-6}$$

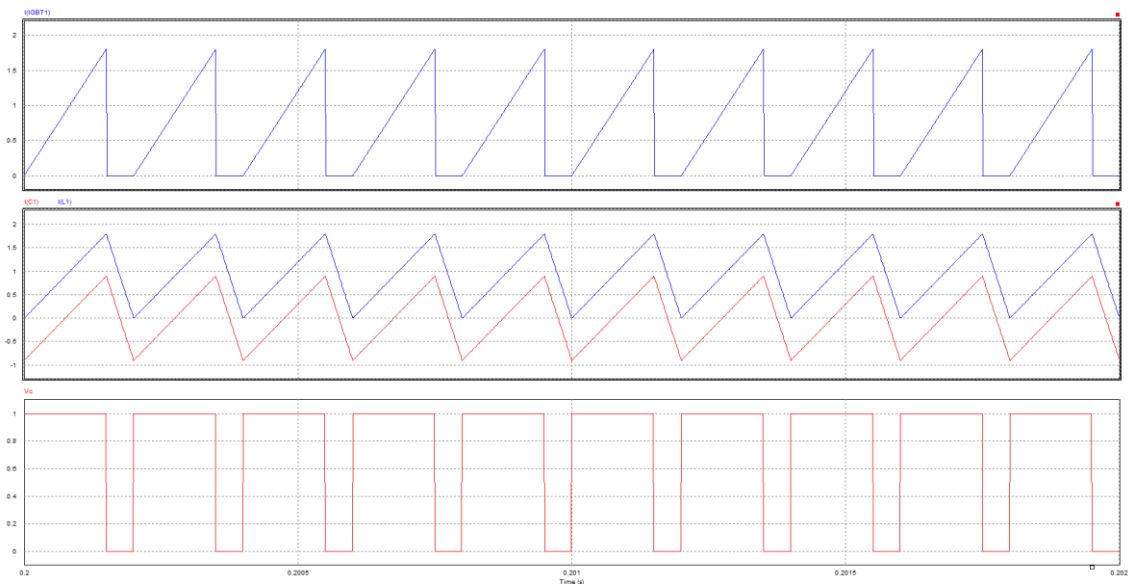
Relação da tensão de saída e chaveamento da tensão de entrada pelo IGBT, em comparação com as correntes no capacitor e indutor.

Observa-se que a carga estabelece um regime de limite entre condução contínua e descontínua. Conforme a carga R1 é diminuída, o regime permanece em condução contínua, variando a corrente média no indutor. Caso R1 ultrapasse o valor de 40 ohms, ele passa a ser descontínuo.

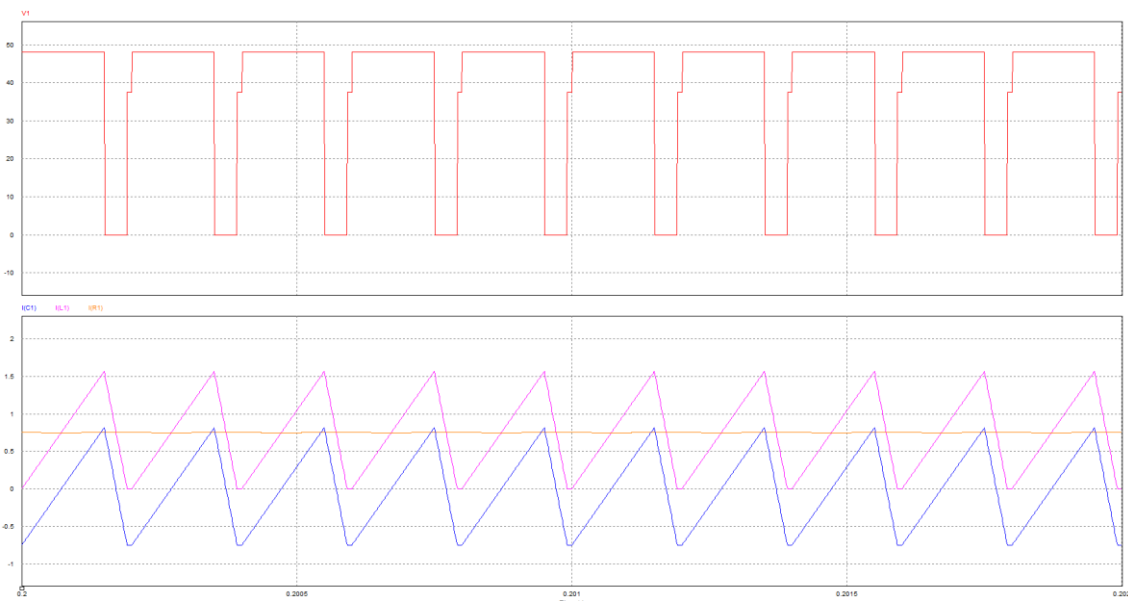


Average Value			✕
Time	From	2.0000189e-001	
Time	To	2.0199988e-001	
V1		3.5945613e+001	
Vo		3.5918310e+001	
I(C1)		1.0159780e-003	
I(L1)		8.9897375e-001	

Relação de disparo do IGBT e comutação em sua base, bem como as correntes no indutor e capacitor correspondentes.



Com acrescimo da resistência R1, nota-se o início da distorção na tensão chaveada pelo IGBT, e a corrente média no indutor diminui, iniciando condução descontínua.

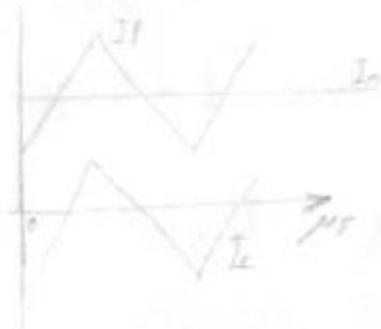
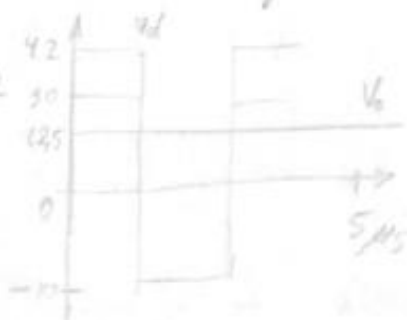


## Lista de exercícios

3.1.  $V_{in} = 42V$   $D = 0,3$   $P_o = 24W$   $f = 400kHz$   $L = 25\mu H$

$$R = \frac{(42 \cdot 0,3)^2}{24} = 6,6\Omega$$

$$I_R = 1,9A$$



3.2

$$R = \frac{(42 \cdot 0,3)^2}{12} = 13,23\Omega$$

Para 12W a corrente na carga vai a 0,95A ou seja, a corrente média no indutor cai.

3.3

$$I_R = \frac{(1-D)V_o D}{2 \cdot L \cdot f} = 0,441A$$

$$I_R \cdot 42 \cdot 0,3 = 5,556W$$

$$R = \frac{(42 \cdot 0,3)^2}{5,556} = 28,57\Omega$$

3.4  $V_{in}$  24 to 50V

$V_{in}$	D	$V_o$	$I_o = I_R$	$P_o$	$V_o$	$I_o$
24	0,3	7,2		5,1	7,2	0,71
50	0,3	15		5,1	15	0,34

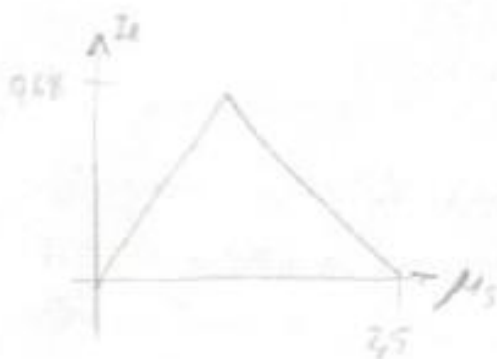
$$I_1 = 0,68A \quad L = \frac{V_o(1-D)}{f \cdot 2 \cdot I_1} = 19,3 \mu H$$

$$I_1 = 1,42A \quad L = 4,43 \mu H$$

$V_o$	$I_o$	R
7,2	0,71	10,1
15	0,34	44

$$\therefore L = 19,3 \mu H$$

3.5



3.6-

$$V_o = D \cdot V_{in} = 0,3 \cdot 40 = 12V$$

$$I_o = \frac{P_o}{V_o} = 416mA$$

$$R = \frac{V_o^2}{P_o} = \frac{12^2}{5} = 28,8 \Omega$$

$$L_1 = \frac{V_o(1-D)}{f \cdot 2 \cdot I_o} = 19 \mu H$$

$$L_2 = 27,3 \mu H$$

$$3.7 \quad f = 400 \text{ kHz} \quad P_{\text{max}} = 72 \text{ W} \quad V_{\text{in}} = 20 \quad V_o = 12$$

$$D = \frac{V_o}{V_{\text{in}}} = 0,6 \quad P_o = \frac{72}{3} = 24 \text{ W}$$

$$I_o = \frac{P_o}{12} = 2 \text{ A} \quad L = \frac{12(1-0,6)}{400 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 2} = 3 \mu\text{H}$$