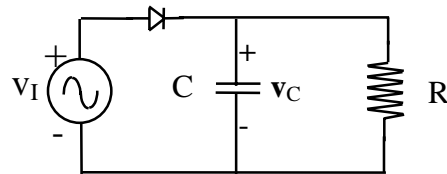


## 2. Circuitos de rectificação monofásicos

### Exercício nº2.1

Determine a expressão da tensão na resistência e o seu diagrama temporal, em função de  $V_I$ ,  $R$  e  $C$ , quando o circuito se encontra em regime permanente. A tensão de entrada é  $v_I(t) = V \sin(100 \pi t)$ .



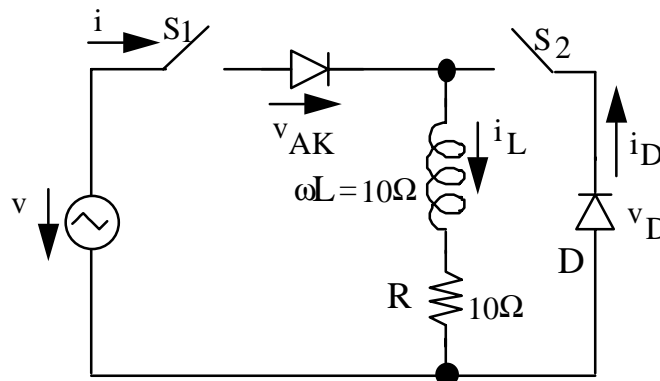
### Exercício nº2.2

Considere o rectificador de meia onda da figura onde a frequência da rede de alimentação é igual a 50Hz. O interruptor  $S_1$  é ligado durante a alternância negativa da tensão de alimentação  $V_{ef} = 220V$ .

I - Considere  $S_1$  fechado e  $S_2$  aberto

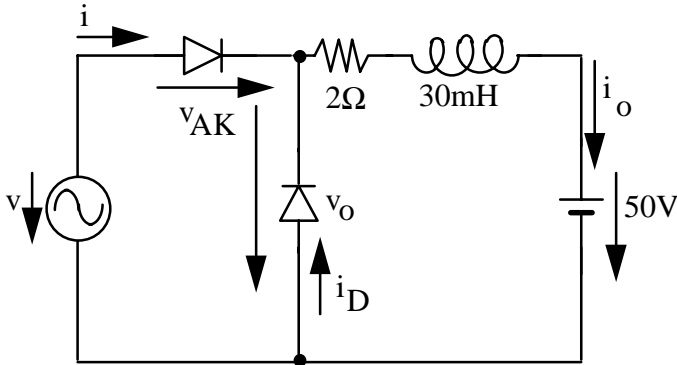
- Esboce os diagrama temporais das tensões  $v$ ,  $v_O$ , e  $v_{AK}$  e das correntes  $i$  e  $i_D$ .
- Calcule os valores médios e eficazes de  $i$  e de  $v_O$ .

II- Considere  $S_1$  e  $S_2$  fechados. Repita I



**Exercício nº2.3**

Para o circuito da figura seguinte, em que  $v = \sqrt{2} V \text{ sen } \omega t$  esboce aproximadamente os diagramas temporais das grandezas  $v$ ,  $i$ ,  $i_o$ ,  $i_D$ ,  $v_o$ , e  $v_{AK}$ , e calcule o valor médio de  $i_o$ . ( $\omega=100\pi$ )

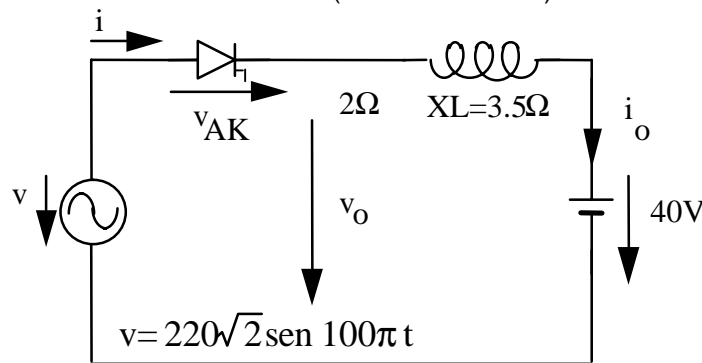


**Exercício nº2.4**

No circuito da figura o tiristor é disparado com um ângulo  $\alpha=\pi/6$  e

$$v = \sqrt{2} 220 \text{ sen } 100 \pi t$$

- a) Calcule os valores médio e eficaz da corrente  $i$ .
- b) Calcule a potência fornecida pela fonte de tensão contínua e o factor de potência aos terminais da fonte de corrente alternada.
- c) Esboce os diagramas temporais das tensões  $v_o$ ,  $v_L$ (tensão na bobine) e  $v_{AK}$ .

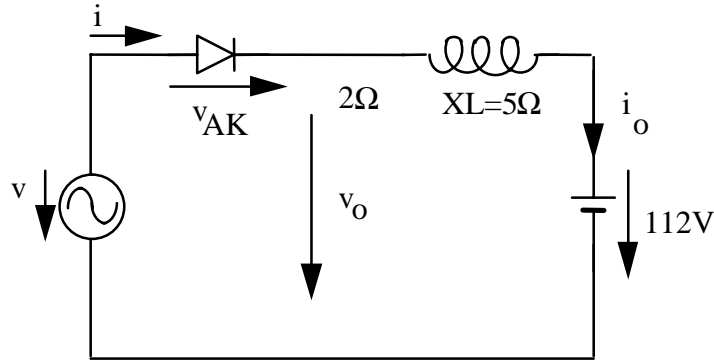


**Exercício nº2.5**

No circuito da figura o tiristor é disparado com um impulso de "gate" de duração 100ms com um ângulo  $\alpha=\pi/3$ . Determine:

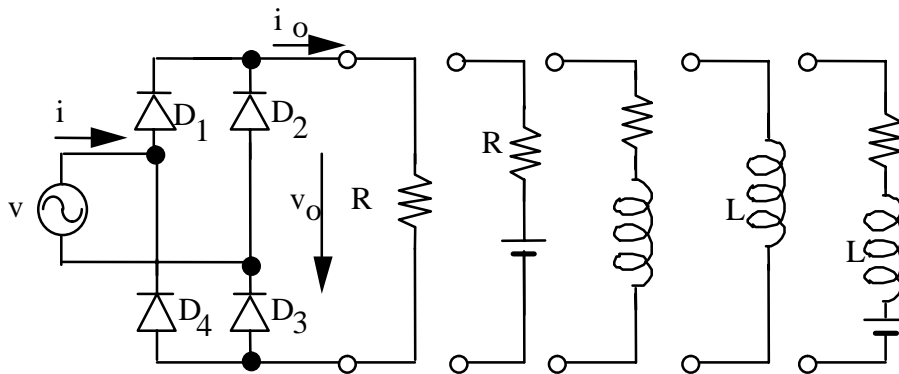
- a) O ângulo de condução  $\gamma$

- b) O ângulo de extinção  $\beta$
  - c) O valor médio e o valor eficaz da corrente na carga.
  - d) A potência fornecida à fonte  $V_C$
  - e) O factor de potência na fonte  $v$ .
- $v = \sqrt{2} 220 \text{ sen } 100 \pi t$



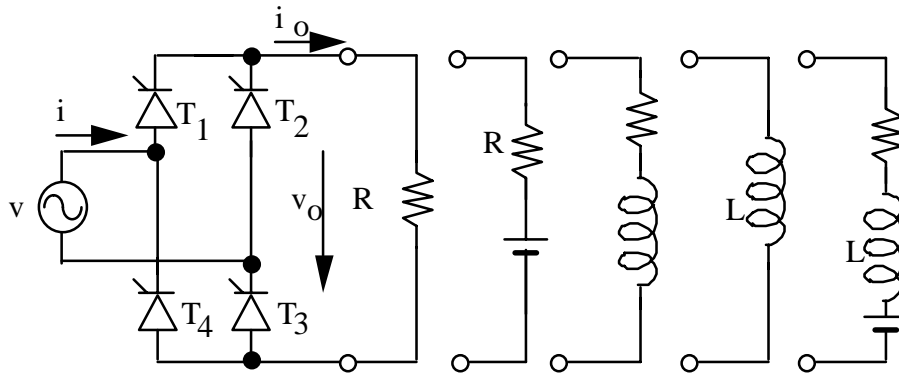
**Exercício nº2.6**

Considere o rectificador monofásico de onda completa da figura. Para cada tipo de carga determine o andamento temporal da tensão e da corrente na carga, bem como os seus valores médios e eficazes. (R=10Ω, XL=100Ω, E=50V, Vef=220V)



**Exercício nº2.7**

I- Repita o problema anterior considerando o rectificador monofásico de onda completa controlado da figura. Determine ainda o factor de potência aos terminais da fonte de alimentação e a potência na carga. Trace o diagrama temporal da corrente na fonte de alimentação alternada. Considere ângulos de disparo  $\alpha = \pi/3, \pi/2, 5\pi/6$ .

**Exercício nº2.8**

Repita o exercício anterior considerando uma ponte semi-comandada.

**Exercício nº2.9**

Considere um rectificador monofásico totalmente comandado, de onda completa a tiristores, ligado a uma carga constituída pela série de uma resistência R, uma bobine L e uma força electromotriz E. O rectificador é alimentado a partir da rede de alimentação com a tensão:

$$v = \sqrt{2} 220 \sin 100\pi t$$

- Com  $L=0$ ,  $R=10\Omega$ , e  $E=100V$  determine para um ângulo de disparo dos tiristores  $\alpha=45^\circ$ , a evolução da corrente e da tensão na carga bem como os seus valores médios.
- Repita a alínea a) considerando agora um ângulo de disparo  $\alpha=15^\circ$ ,  $E=0$ ,  $R=10\Omega$ , e  $L=100mH$
- Nas condições da alínea a) mas considerando agora  $L=1\mu H$  esboce aproximadamente os diagramas da tensão e da corrente na carga.

**Exercício nº2.10**

Pretende-se dimensionar um rectificador monofásico para carregar uma bateria com uma tensão de 48V a uma corrente constante de 20A. A resistência interna da bateria é 10 mΩ. Supondo que a tensão da rede de alimentação é 220V(+/- 10%). Determine:

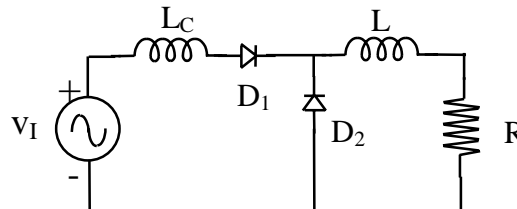
- A relação do nº de espiras do transformador.
- Os valores máximo e mínimo do ângulo de disparo.
- Os valor de  $I_{TAV}$  e  $V_{AK}$  dos tiristores.
- Os diagramas temporais das grandezas eléctricas do circuito para a máximo.
- A potência na carga e o factor de potência ao terminais da fonte CA.

**Exercício nº2.11**

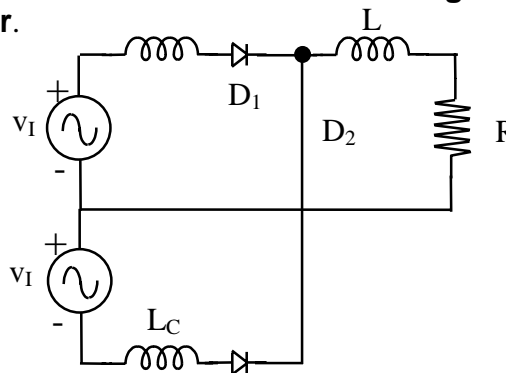
No circuito da figura tem-se  $\omega L \gg R$  e  $L \gg L_C$  ( $L=20\text{mH}$ ,  $R=10\Omega$  e  $L_C=1\text{mH}$ ).

- Explique qual a influência que tem a bobina LC na comutação dos diodos.
- Determine os diagramas temporais das correntes em cada um dos diodos
- determine o ângulo de condução simultânea e o valor médio da tensão em D2.

$$v_1 = \sqrt{2} 220 \sin 100\pi t$$

**Exercício nº2.12**

Repita o problema anterior considerando o circuito da figura seguinte e os mesmos dados do problema anterior.



**Exercício nº2.13**

Um motor de C.C. de excitação separada utiliza dois rectificadores monofásicos semi-comandados alimentados a partir de uma rede de tensão alternada ( $V_{\text{ref}} = 208\text{V}$ ,  $f = 50\text{Hz}$ ). Um dos rectificadores comanda o circuito de armadura do motor de modo a ser possível regular a sua velocidade, o outro rectificador alimenta o circuito de excitação do motor, mantendo a corrente de excitação no valor máximo possível. Características de operação:

- resistência de armadura:  $.25 \Omega$  - resistência de campo:  $147 \Omega$
- velocidade de rotação:  $1000 \text{ rpm}$  - binário de carga:  $45 \text{ N.m}$
- constante do motor:  $.7032\text{V/A-rad/s}$  - perdas mecânicas nulas
- autoindução de armadura suficiente para se obter ondulação de corrente de armadura desprezável.

- a) Determine: (1) o ângulo de disparo do rectificador do circuito de excitação, (2) a corrente de excitação, (3) a corrente de armadura e (4) o ângulo de disparo do rectificador do circuito de armadura.
- b) Trace os diagramas temporais da tensão no motor  $v_a$ , da corrente e da tensão num tiristor e da corrente de entrada no rectificador do circuito de armadura.
- c) Calcule os valores de  $I_{\text{TAV}}$ ,  $I_{\text{TRMS}}$ ,  $V_{\text{RRM}}$  e  $V_{\text{DRM}}$  dos tiristores. Indique, justificando se é necessário, nesta aplicação, dotar os tiristores de protecções contra  $di_T/dt$  excessivo e no caso afirmativo diga como efectuar essa protecção.
- d) Calcule o valor eficaz da corrente de entrada, a sua taxa de distorção harmónica e o factor de potência do conversor quando a máquina opera a  $1200\text{rpm}$  com um binário de carga de  $80\%$  do binário indicado.
- e) Estando o conversor a operar nas condições da alínea anterior, indique como proceder para travar a máquina recuperando energia para a rede de alimentação. Faça as modificações ao circuito que achar necessárias.