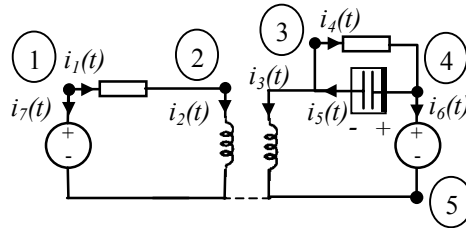
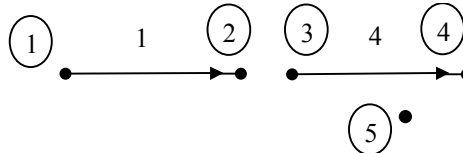


## Solução do exercício 1 (parcial) - Capítulo 6

b) Para equacionar o circuito dado usando o método da análise nodal modificada, é preciso inicialmente conectar as partes do circuito e convencionar nomes para ramos e nós, conforme ilustrado na figura abaixo:



O dígrafo reduzido para a análise nodal é:



A matriz de incidência, a matriz de incidência reduzida e a matriz de admitâncias são dadas a seguir.

$$A_a = \begin{matrix} \text{ramos} \rightarrow & 1 & 4 \\ \text{nó 1} & 1 & 0 \\ \text{nó 2} & -1 & 0 \\ \text{nó 3} & 0 & 1 \\ \text{nó 4} & 0 & -1 \\ \text{nó 5} & 0 & 0 \end{matrix} \quad Y_b = \begin{bmatrix} G_1 & 0 \\ 0 & G_2 \end{bmatrix}$$

As equações da análise nodal são

$$\begin{pmatrix} AY_b A^T \end{pmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_1 \\ e_1 \\ e_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_1 & -G_1 & 0 & 0 \\ -G_1 & G_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & G_2 & -G_2 \\ 0 & 0 & -G_2 & G_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_1 \\ e_1 \\ e_1 \end{bmatrix} = i_f = \begin{bmatrix} -i_7 \\ -i_2 \\ -i_3 + i_5 \\ -i_5 - i_6 \end{bmatrix}$$

No conjunto acima temos quatro equações escalares e nove incógnitas. Faltam portanto equações adicionais determinadas pelos elementos de circuito ainda não considerados, a saber: duas fontes de tensão, indutores acoplados e capacitor não linear. As equações adicionais são:

$$e_1 = e_f$$

$$e_4 = 4$$

$$\begin{bmatrix} e_2 \\ e_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{11} & M \\ M & L_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{i}_2 \\ \dot{i}_3 \end{bmatrix}$$

$$v_c = q_c^2 \Rightarrow \begin{cases} e_4 - e_3 = q_c^2 \\ \dot{q}_c = i_s \end{cases}$$

Foram determinadas 6 equações escalares adicionais (ao invés de 5), pois houve também a introdução de uma variável adicional ( $q_c$ ). Desta forma tem-se agora um número compatível de equações e variáveis para determinar todas as correntes de ramo e tensões nodais.

c) Para os cálculos de determinação do ponto de operação substitui-se os indutores por um curto-circuito e o capacitor por um circuito aberto. Portanto:  $V_{cQ} = 4 \Rightarrow Q_{cQ} = 2$ .

d) A única equação não linear do conjunto obtido no item (b) é  $e_4 - e_3 = q_c^2$ . Portanto esta é a única equação que precisa ser linearizada. A equação linearizada é:

$$\Delta e_4 - \Delta e_3 = 2Q_{cQ} \Delta q_c.$$

Substituindo-se os valores conhecidos para o ponto de operação, tem-se:

$$\Delta e_4 - \Delta e_3 = 4\Delta q_c.$$