

Tensão Nodal

Seja um circuito com 4 bipolos. É possível obter 4 tensões sobre elementos, sendo 1 para cada bipo, sempre com polaridade arbitrária, identificada visualmente pelos sinais + e -.

Também é possível definir tensões nodais da seguinte forma:

- identificar os n nós do circuito;
- de modo arbitrário, escolher um nó referência para o circuito (identificar com o símbolo do terra);
- por definição, a tensão nodal no nó REFERÊNCIA é zero ($V_{ref} = 0$);
- para cada um dos demais ($n-1$) nós não-referência, definir uma tensão nodal associada a ele, chamando de V seguido de índice numérico ou letra, escrevendo seu nome próximo do nó onde ela foi definida.

Definição: tensão nodal é definida como a diferença entre o potencial no nó onde ela foi definida e o potencial no nó referência, sempre com polaridade positiva para o nó onde ela foi definida e polaridade negativa para o nó referência.

REGRA PRÁTICA:

Tensão sobre elemento = tensão nodal definida no nó positivo da polaridade da tensão sobre o elemento - tensão nodal definida no nó negativo da polaridade da tensão sobre elemento.

PEGUNTA:

Como relacionar corrente sobre resistor em função de tensão nodal?

REGRA PRÁTICA:

Corrente no resistor = $I/R * (V \text{ nodal definida no nó onde a corrente sobre resistor entra ao percorrer o resistor} - V \text{ nodal definida no nó onde a corrente sobre resistor sai ao percorrer o resistor})$.

Tensão Nodal

ALGORITMO BÁSICO DA ANÁLISE NODAL
(VÁLIDO EM CIRCUITOS ONDE NÃO HÁ
FONTES DE TENSÃO - INDEPENDENTES OU
CONTROLADAS).

Enunciado: dado um circuito conhecido, obter tensões e correntes sobre todos os elementos.

1 - Definição das incógnitas do enunciado: para um circuito com b elementos, definir $2b$ incógnitas do enunciado da seguinte forma:

1·a) definir uma corrente com sentido arbitrário para cada um dos b elementos do circuito.

1·b) definir uma tensão com polaridade arbitrária para cada um dos b elementos do circuito.

2 - obter um conjunto de $n-1$ equações L1 nas $n-1$ incógnitas da análise nodal, onde n é a quantidade de nós do circuito.

2·a) definir $(n-1)$ tensões nodais como incógnitas da análise nodal, da seguinte forma: escolher, de modo arbitrário, um nó como referência e, para cada um dos demais $n-1$ nós não referência, definir uma tensão nodal a ele.

2·b) definir variáveis auxiliares que são correntes sobre resistores, sendo uma corrente para cada resistor com sentido arbitrário.

2·c) obter um conjunto de $n-1$ equações L1 aplicando a LCK uma vez em cada um dos $n-1$ nós não referência.

2·d) relacionar variáveis auxiliares (correntes sobre resistores) em função das tensões nodais.

2·e) relacionar variáveis de controle (variáveis que controlam fontes controladas) em função de tensões nodais.

2·f) substituir as equações obtidas em 2·d) e 2·e) no sistema do passo 2·c)

3 - resolver o sistema algébrico linear de $n-1$ equações em $n-1$ incógnitas da análise nodal ($n-1 \times n-1$) obtido no passo 2.

4 - relacionar as $2b$ incógnitas do enunciado definidas 1 em função das $n-1$ incógnitas da análise nodal definidas em 2·a).

PARA A REALIZAÇÃO DAS ETAPAS 2·E) E 4 AS POSSIBILIDADES SÃO:

a) Se for tensão sobre elemento, não interessa sobre qual elemento essa tensão é medida, basta fazer a diferença entre a tensão nodal definida no nó positivo da polaridade da tensão sobre esse elemento e a tensão nodal definida no nó negativo da polaridade da tensão sobre o elemento.

b) Se for corrente sobre elemento, depende de qual elemento essa corrente é medida. As possibilidades são:

b·1) se for corrente sobre resistor, usar 2·d).

b·2) se for corrente sobre fonte de corrente, usar a equação característica dessa fonte de corrente.

Tensão Nodal

ALGORITMO MELHORADO DA ANÁLISE NODAL (VÁLIDO EM CIRCUITOS ONDE HÁ NO MÁXIMO 1 FONTE DE TENSÃO CONECTADA A CADA NÓ NÃO-REFERÊNCIA).

Enunciado: dado um circuito conhecido, obter tensões e correntes sobre todos os elementos.

1 - Definição das incógnitas do enunciado: para um circuito com b elementos, definir $2b$ incógnitas do enunciado da seguinte forma:

1.a) definir uma corrente com sentido arbitrário para cada um dos b elementos do circuito.

1.b) definir uma tensão com polaridade arbitrária para cada um dos b elementos do circuito.

2 - obter um conjunto de $n-1$ equações L_1 nas $n-1$ incógnitas da análise nodal, onde n é a quantidade de nós do circuito.

2.a) definir $(n-1)$ tensões nodais como incógnitas da análise nodal, da seguinte forma: caso haja um nó com mais de uma fonte de tensão conectada a ele, escolhê-lo como nó referência, caso não haja nenhum nó com mais de uma fonte de tensão conectada a ele, a escolha do nó referência é arbitrária. Para cada um dos $n-1$ nós não referência, definir como incógnita da análise nodal uma tensão nodal associada a ele.

2.b) definir variáveis auxiliares que são correntes sobre resistores, sendo uma corrente para cada resistor com sentido arbitrário.

2.c) obter um conjunto de $n-1$ equações L_1 da seguinte forma:

2.c.1) aplicar a LCK uma vez em cada nó não referência que não possua nenhuma fonte de tensão conectada a ele.

2.c.2) para cada fonte de tensão conectada ao nó referência, obter uma equação usando a equação característica dessa fonte de tensão.

2.c.3) para cada fonte de tensão não conectada ao nó referência, obter 2 equações da seguinte forma:

2.c.3.a) usando a equação característica dessa fonte de tensão não conectada ao nó referência.

2.c.3.b) aplicar a LCK no supernó associado a essa fonte de tensão não conectada ao nó referência.

2.d) relacionar variáveis auxiliares (correntes sobre resistores) em função das tensões nodais.

2.e) relacionar variáveis de controle (variáveis que controlam fontes controladas) em função de tensões nodais.

2.f) substituir as equações obtidas em 2.d) e 2.e) no sistema do passo 2.c)

3 - resolver o sistema algébrico linear de $n-1$ equações em $n-1$ incógnitas da análise nodal ($n-1 \times n-1$) obtido no passo 2.

4 - relacionar as $2b$ incógnitas do enunciado definidas 1 em função das $n-1$ incógnitas da análise nodal definidas em 2.a).

PARA A REALIZAÇÃO DAS ETAPAS 2.E) E 4 AS POSSIBILIDADES SÃO:

- Se for tensão sobre elemento, não interessa sobre qual elemento essa tensão é medida, basta fazer a diferença entre a tensão nodal definida no nó

Tensão Nodal

positivo da polaridade da tensão sobre esse elemento e a tensão nodal definida no nó negativo da polaridade da tensão sobre o elemento.

b) Se for corrente sobre elemento, depende de qual elemento essa corrente é medida. As possibilidades são:

b.1) se for corrente sobre resistor, usar 2.d).

b.2) se for corrente sobre fonte de corrente, usar a equação característica dessa fonte de corrente.

b.3) se for corrente sobre fonte de tensão, aplicar LCK em um dos nós não referência na qual essa fonte de tensão está conectada.

Tensão Nodal

ALGORITMO GERAL DA ANÁLISE NODAL
(VÁLIDO EM QUALQUER CIRCUITO).

Enunciado: dado um circuito conhecido, obter tensões e correntes sobre todos os elementos.

1 - Definição das incógnitas do enunciado: para um circuito com b elementos, definir $2b$ incógnitas do enunciado da seguinte forma:

1.a) definir uma corrente com sentido arbitrário para cada um dos b elementos do circuito.

1.b) definir uma tensão com polaridade arbitrária para cada um dos b elementos do circuito.

2 - obter um conjunto de $n-1$ equações L_1 nas $n-1$ incógnitas da análise nodal, onde n é a quantidade de nós do circuito.

2.a) definir ($n-1$) incógnitas da análise nodal: escolher, em modo arbitrário, um nó como referência e, para cada um dos demais $n-1$ nós não referência, definir como incógnita da análise nodal uma tensão nodal associada a ele.

2.b) definir variáveis auxiliares que são correntes sobre resistores, sendo uma corrente para cada resistor com sentido arbitrário.

2.c) obter um conjunto de $n-1$ equações L_1 da seguinte forma:

2.c.1) aplicar a LCK uma vez em cada nó não referência que não possua nenhuma fonte de tensão conectada a ele.

2.c.2) para cada fonte de tensão, conectada ou não ao nó referência, obter uma equação usando a equação característica dessa fonte de tensão.

2.c.3) aplicar a LCK uma vez em cada um dos supernós associados a 1 ou mais fontes de tensão não conectadas ao nó referência.

2.d) relacionar variáveis auxiliares (correntes sobre resistores) em função das tensões nodais.

2.e) relacionar variáveis de controle (variáveis que controlam fontes controladas) em função de tensões nodais.

2.f) substituir as equações obtidas em 2.d) e 2.e) no sistema do passo 2.c)

3 - resolver o sistema algébrico linear de $n-1$ equações em $n-1$ incógnitas da análise nodal ($n-1 \times n-1$) obtido no passo 2.

4 - relacionar as $2b$ incógnitas do enunciado definidas 1 em função das $n-1$ incógnitas da análise nodal definidas em 2.a).

PARA A REALIZAÇÃO DAS ETAPAS 2.E) E 4 AS POSSIBILIDADES SÃO:

a) Se for tensão sobre elemento, não interessa sobre qual elemento essa tensão é medida, basta fazer a diferença entre a tensão nodal definida no nó positivo da polaridade da tensão sobre esse elemento e a tensão nodal definida no nó negativo da polaridade da tensão sobre o elemento.

b) Se for corrente sobre elemento, depende de qual elemento essa corrente é medida. As possibilidades são:

b.1) se for corrente sobre resistor, usar 2.d).

b.2) se for corrente sobre fonte de corrente, usar a equação característica dessa fonte de corrente.

Tensão Nodal

b.3) se for corrente sobre fonte de tensão, aplicar LCK em um caminho fechado que cruza com um único terminal de fonte de tensão, sendo obrigatoriamente com um dos terminais da fonte de tensão em questão.

DEFINIÇÃO DE SUPERNÓ: é associado a uma ou mais fontes de tensão, todas elas não conectadas ao nó referência: é o caminho fechado que não cruza com os terminais de fontes de tensão, mas que cruza uma vez com cada um dos terminais dos elementos que não são fonte de tensão e que se conectam às fontes de tensão não conectadas à referência associadas ao supernó em questão. Esse caminho fechado contém, dentro de si, todas as fontes de tensão não conectadas à referência associadas ao supernó em questão. Pela LCK, a soma das correntes que entram nesse C.F. que cruza com terminais de elementos é igual a soma das correntes que saem desse mesmo C.F. que cruza com terminais de elementos.