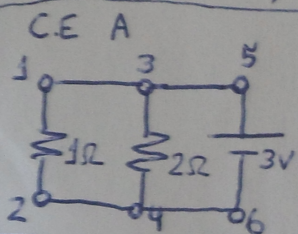
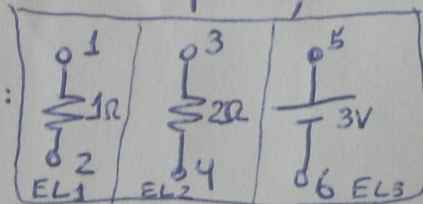


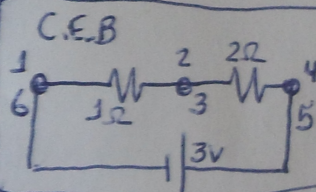
DEFINIÇÃO 1: CIRCUITO ELÉTRICO (C.E): é a interconexão entre elementos de circuito, onde:

- elementos possuem símbolos; elementos diferentes possuem símbolos diferentes;
- cada símbolo contém uma determinada quantidade de terminais (identificados por o ou i);
- em TE313 estudaremos C.E. contendo apenas elementos de 2 terminais, chamados de bipolos;
- em um C.E., elementos diferentes se conectam através de seus terminais;
- o desenho de um C.E. é chamado de esquemático do circuito.

EXEMPLO 1: Sejam EL_1 , EL_2 e EL_3 três elementos de circuito, cujos símbolos são: É POSSÍVEL OBTER, POR EXEMPLO, OS C.E. A e C.E. B desenhados abaixo:

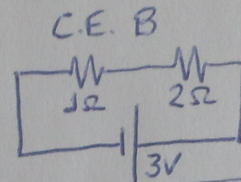
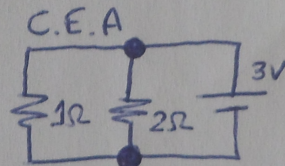


EXPLICAÇÃO: NO ESQUEMÁTICO DO C.E. A, OS TERMINAIS 1 (do EL_1), 3 (do EL_2) e 5 (do EL_3) ESTÃO CONECTADOS ENTRE SI. DE MODO ANÁLOGO, OS TERMINAIS 2 (do EL_1), 4 (do EL_2) e 6 (do EL_3) TAMBÉM ESTÃO CONECTADOS ENTRE SI. AS RETAS LIGANDO TERMINAIS DE ELEMENTOS DIFERENTES APENAS INDICAM A CONEXÃO ENTRE OS TERMINAIS E TÊM O PROPÓSITO DE TORNAR A VISUALIZAÇÃO MAIS CLARA.



EXPLICAÇÃO: NO ESQUEMÁTICO DO C.E. B OS TERMINAIS 1 (do EL_1) e 6 (do EL_3) estão conectados entre si; os terminais 2 (do EL_1) e 3 (do EL_2) estão conectados entre si; os terminais 4 (do EL_2) e 5 (do EL_3) estão conectados entre si.

COMENTÁRIO SOBRE NOTAÇÃO: Para simplificar, daqui em diante será omitido o (o) que indica o terminal e será incluído um \bullet apenas nos locais onde há a conexão de 3 ou mais terminais. Com essa notação, é possível redesenhar C.E. A e C.E. B como:



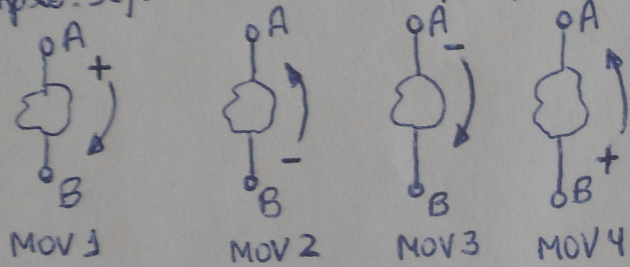
- Até a Prova 1 (ou seja, durante tópicos 1, 2 e 3 do plano de ensino), os C.E. obedecerão as seguintes regras:

- não é permitido que os 2 terminais do mesmo elemento estejam conectados entre si (ou seja, não haverá curto circuito);
 - cada terminal de todos os elementos será conectado a pelo menos um terminal de outro elemento (ou seja, não haverá circuitos abertos).
- Curto circuito e circuito aberto serão abordados no Tópico 4 do plano de ensino.

REVISÃO DE FÍSICA: Na natureza, existem cargas elétricas positivas e negativas. Há forças de atração entre cargas de sinais diferentes e há forças de repulsão entre cargas de mesmo sinal.

DEFINIÇÃO 2: CORRENTE ELÉTRICA: é o movimento de cargas elétricas.

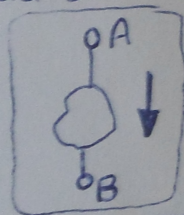
Exemplo: seja um elemento qualquer de 2 terminais A e B. Há 4 movimentos possíveis:



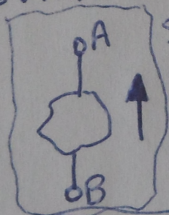
Explicando: em MOV 1 tem-se uma carga positiva se movimentando do terminal A para o terminal B; em MOV 2 há uma carga negativa se movimentando do terminal B para o terminal A; em MOV 3 uma carga negativa se desloca do terminal A para o terminal B; em MOV 4 uma carga positiva se desloca do terminal B para o terminal A.

- em C.E. não faremos distinção entre MOV 1 e MOV 2, nem entre MOV 3 e MOV 4. Em outras palavras, MOV 1 e MOV 2 serão considerados equivalentes, assim como MOV 3 e MOV 4. Isso significa que, em C.E., MOVIMENTAR UMA CARGA DE DETERMINADO SINAL EM UM DETERMINADO SENTIDO É EQUIVALENTE A TROCAR O SINAL E O SENTIDO DO MOVIMENTO.

- em C.E. o sentido da corrente da seta indicará o sentido do movimento da carga positiva. Dessa forma, o exemplo acima fica:



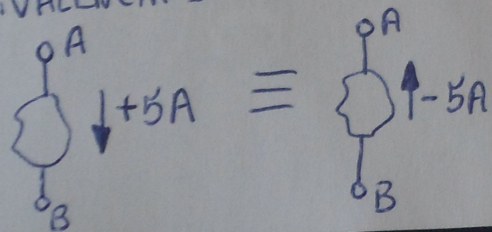
será a representação única em C.E. dos MOV 1 e MOV 2 do exemplo acima



será a representação única em C.E. dos MOV 3 e MOV 4 do exemplo acima

- Corrente tem intensidade que é medida em ampères, ou abreviadamente, A.

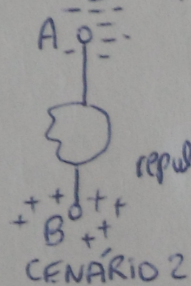
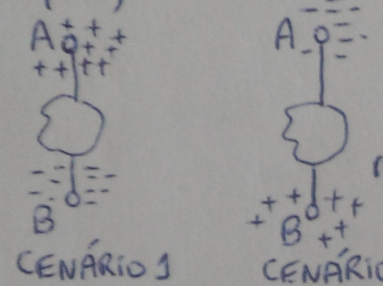
- EQUIVALÊNCIA IMPORTANTE:



Explicando: se a corrente sobre um determinado elemento tem intensidade de +5A e sentido de A para B, isso é equivalente a trocar o sinal da intensidade (passando para -5A) desde que também seja trocado o sentido da seta do movimento (passando de B para A).

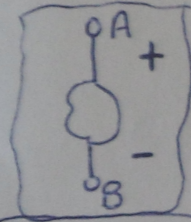
DEFINIÇÃO 3: TENSÃO ELÉTRICA: é o trabalho necessário para deslocar uma carga elétrica unitária de um ponto para outro.

Exemplo: para deslocar-se uma carga positiva unitária do terminal A para o terminal B de um elemento qualquer, há 2 cenários possíveis:

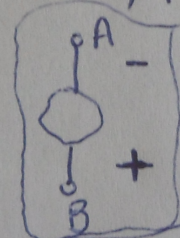


Explicando: no CENÁRIO 1 há um acúmulo de cargas positivas no terminal A e um acúmulo de cargas negativas no terminal B. Portanto, no CENÁRIO 1 o movimento da carga positiva de A para B é favorecido pelas forças de repulsão/atração. Já no CENÁRIO 2 há um acúmulo de cargas negativas no terminal A e um acúmulo de cargas positivas no terminal B. Portanto, no CENÁRIO 2, o movimento da carga positiva de A para B é dificultado pelas forças de atração/repulsão.

- em C.E. dizemos que tensão tem polaridade, que será indicada por (+ ou -). Dessa forma, o exemplo acima é:



será a representação em C.E. do CENÁRIO 1 do exemplo acima

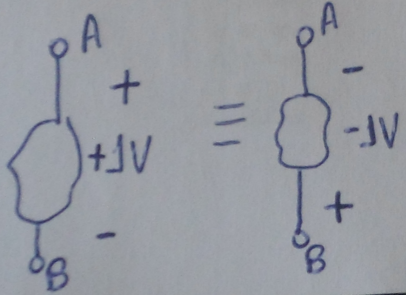


será a representação em C.E. do CENÁRIO 2 do exemplo acima

- em C.E. dizemos que o terminal associado ao acúmulo de cargas positivas (indicado pelo +) possui um potencial maior que o potencial do terminal associado ao acúmulo de cargas negativas (indicado pelo -) e a tensão é também chamada de diferença de potencial (d.d.p).

- tensão tem intensidade que é medida em volts ou abreviadamente V.

EQUIVALÊNCIA IMPORTANTE:



Explicando: se a tensão (ou d.d.p) sobre um determinado elemento tem intensidade de +1V com polaridade sendo + em A e - em B, isso é equivalente a trocar o sinal da intensidade (passando para -1V) desde que também seja trocada a polaridade (passando o + para o terminal B e o - para o terminal A).

DEFINIÇÃO 4: ANÁLISE DE CIRCUITO ELÉTRICO: dado um C.E. conhecido, obter a corrente e a tensão sobre cada um de seus elementos. Por circuito elétrico conhecido, entende-se que:

- é fornecido o esquemático contendo os símbolos e as conexões entre os terminais de elementos;
- para cada elemento de 2 terminais presente no circuito, conhece-se 1 equação, chamada de característica, que relaciona a corrente e a tensão sobre ele.

A análise é realizada através do seguinte procedimento:

Ⓘ Definição das incógnitas: Para um circuito contendo b bipolos, definir $2b$ incógnitas da seguinte forma:

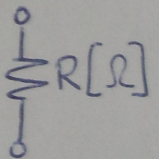
ⒾA Para cada um dos b elementos, definir uma corrente sobre ele, escolhendo um sentido arbitrário (há sempre 2 possibilidades) e chamando-a de I (letra i em maiúsculo) com um índice (letra ou número) qualquer (Ex: I_A, I_B, I_1, I_2 , etc).

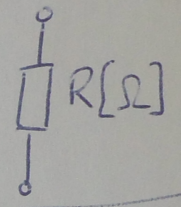
ⒾB Para cada um dos b elementos, definir uma tensão sobre ele, escolhendo uma polaridade arbitrária (há sempre 2 possibilidades) e chamando-a de V (letra v em maiúsculo) com um índice (letra ou número) qualquer (Ex: V_A, V_B, V_1, V_2 , etc).

Ⓙ Obter um conjunto de $2b$ equações linearmente independentes (l.i.) entre si nas $2b$ incógnitas definidas no passo Ⓘ. Nesse momento, destaca-se que, para a realização desse passo Ⓙ, é fundamental conhecer o comportamento (através de sua equação característica) de cada elemento presente no circuito e as Leis de Kirchhoff.

Ⓚ Resolver o sistema algébrico linear de $2b$ equações em $2b$ incógnitas ($2b \times 2b$) obtido no passo Ⓙ.

DEFINIÇÃO 5: RESISTOR: é o elemento de circuito onde a tensão é proporcional a corrente. Em específico:
 - a tensão sobre o resistor é igual ao produto entre uma constante chamada de resistência elétrica (R), medida em ohms [Ω], e a corrente que o percorre (a R é sempre positiva);
 - o sentido da corrente que percorre um resistor é sempre do terminal de maior potencial para o de menor potencial.

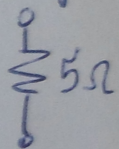
SÍMBOLO:  onde R é um parâmetro, ou seja, número conhecido se circuito é conhecido

Pela ABNT, o símbolo de resistor é:  Mas em TE313 usaremos o símbolo indicado na parte esquerda.

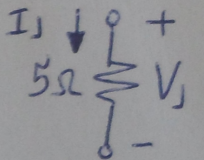
EQUAÇÃO CARACTERÍSTICA DO RESISTOR (LEI DE OHM): é a equação que relaciona a tensão e a corrente sobre o resistor. É obtida da seguinte forma: primeiramente escolher um sentido (arbitrário) para a corrente sobre o resistor e uma polaridade (arbitrária) para a tensão sobre o resistor. Há 4 possibilidades (2 sentidos e 2 polaridades), mas na prática basta escolher uma delas; a equação do resistor é dada por: tensão sobre resistor = (+ ou -, ainda a determinar) R · corrente sobre resistor. Será + na equação do resistor

se o sentido da corrente for tal que a corrente percorre o resistor em questão entrando pelo terminal associado ao positivo da polaridade da tensão sobre o resistor. Será - em caso contrário.

Exemplo: Para o resistor de 5Ω abaixo, basta escolher um entre os casos de 1 a 4:

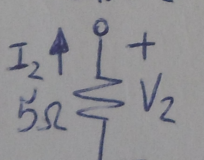


CASO 1



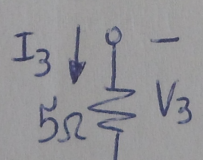
$f(V_1, I_1) = 0$
 $V_1 = +5I_1$

CASO 2



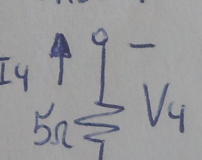
$f(V_2, I_2) = 0$
 $V_2 = -5I_2$

CASO 3



$f(V_3, I_3) = 0$
 $V_3 = -5I_3$

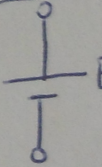
CASO 4

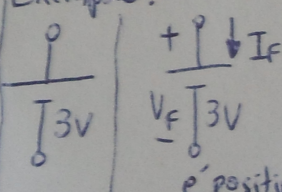


$f(V_4, I_4) = 0$
 $V_4 = +5I_4$

onde f indica um operador matemático qualquer

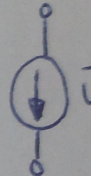
DEFINIÇÃO 6: FONTE (INDEPENDENTE) DE TENSÃO: é o elemento de circuito onde a tensão é imposta e não depende da corrente. Em específico, a tensão é igual a tensão injetada (E), medida em $[V]$. Se $E > 0$, o terminal de maior potencial é o associado ~~à~~ à reta paralela maior do símbolo.

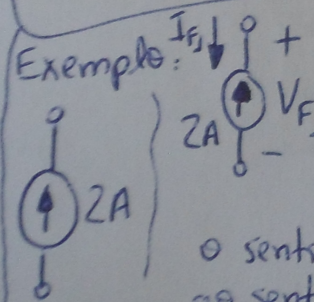
SÍMBOLO:  $E [V]$ onde E é um parâmetro, ou seja, não conhecido se circuito é conhecido.

Exemplo:  $f(V_F, I_F) = 0$
 $V_F = \oplus 3$
 é positivo porque + de V_F está associado à paralela maior do símbolo

EQUAÇÃO CARACTERÍSTICA DA FONTE DE TENSÃO: é a equação que relaciona a tensão e a corrente sobre ela. É obtida da seguinte forma: primeiramente escolher um sentido arbitrário para a corrente sobre a fonte de tensão e uma polaridade arbitrária para a tensão sobre a fonte de tensão. Há 4 possibilidades, mas na prática basta escolher uma delas; a equação da fonte de tensão é dada por: $\text{tensão sobre fonte de tensão} = (\pm \text{ou } - \text{ a determinar}) \cdot E$. Será + na equação da fonte de tensão se a polaridade da tensão for tal que o positivo da polaridade é ~~associado~~ associado à reta paralela maior do símbolo. Será negativo em caso contrário.

DEFINIÇÃO 7: FONTE (INDEPENDENTE) DE CORRENTE: é o elemento de circuito onde a corrente é imposta e não depende da tensão. Em específico, a corrente é igual a corrente injetada (J), medida em $[A]$. Se $J > 0$, o sentido da corrente sobre a fonte é o sentido indicado pela seta do símbolo.

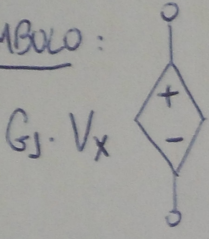
SÍMBOLO:  $J [A]$ onde J é um parâmetro, ou seja, não conhecido se circuito é conhecido

Exemplo:  $f(V_{FJ}, I_{FJ}) = 0$
 $I_{FJ} = \ominus 2$
 é negativo porque o sentido de I_{FJ} é contrário ao sentido da seta do símbolo

EQUAÇÃO CARACTERÍSTICA DA FONTE DE CORRENTE: é a equação que relaciona a tensão e a corrente sobre ela. É obtida da seguinte forma: primeiramente escolher um sentido arbitrário para a corrente sobre a fonte de corrente e uma polaridade arbitrária para a tensão sobre a fonte de corrente. Há 4 possibilidades (2 sentidos e 2 polaridades), mas na prática basta escolher uma delas; a equação da fonte de corrente é dada por: $\text{corrente sobre fonte de corrente} = (\pm \text{ou } - \text{ ainda a determinar}) \cdot J$. Será \oplus na equação da fonte de corrente se o sentido da corrente for coincidente ao sentido da seta do símbolo. Será \ominus em caso contrário.

DEFINIÇÃO 8: FONTES CONTROLADAS (OU DEPENDENTES): há 4 possíveis elementos de circuito nesse caso:

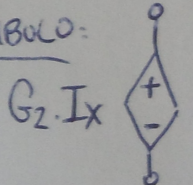
FONTE DE TENSÃO CONTROLADA POR TENSÃO

SÍMBOLO:  onde G_1 é um parâmetro (no conhecido) chamado de ganho e medido em $[V/V]$ ou adimensional e V_x é a tensão sobre algum elemento do circuito, exceto a tensão sobre a própria fonte.

EQ. CARACTERÍSTICA:

Tensão sobre fonte = (+ ou -, a determinar) $G_1 \cdot V_x$. Será \oplus na equação se a polaridade da tensão for tal que o positivo da polaridade é associado ao positivo do símbolo. Será \ominus em caso contrário.

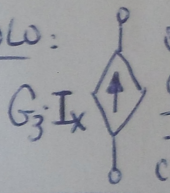
FONTE DE TENSÃO CONTROLADA POR CORRENTE

SÍMBOLO:  onde G_2 é um parâmetro (no conhecido) chamado de ganho e medido em $[V/A = \Omega]$ e I_x é a corrente sobre algum elemento do circuito, exceto a corrente sobre a própria fonte.

EQ. CARACTERÍSTICA:

Tensão sobre fonte = (+ ou -, a determinar) $G_2 \cdot I_x$. Será \oplus na equação se a polaridade da tensão for tal que o positivo da polaridade é associado ao positivo do símbolo. Será negativo em caso contrário.

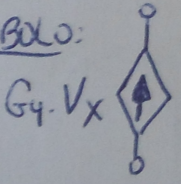
FONTE DE CORRENTE CONTROLADA POR CORRENTE

SÍMBOLO:  onde G_3 é um parâmetro (no conhecido) chamado de ganho e medido em $[A/A]$ e I_x é a corrente sobre algum elemento do circuito, exceto a corrente sobre a própria fonte.

EQ. CARACTERÍSTICA:

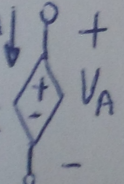
Corrente sobre fonte = (+ ou -, a determinar) $G_3 \cdot I_x$. Será \oplus na equação se o sentido da corrente sobre a fonte for coincidente com o sentido da seta do símbolo. Será \ominus em caso contrário.

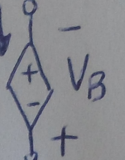
FONTE DE CORRENTE CONTROLADA POR TENSÃO

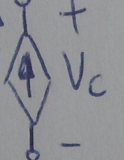
SÍMBOLO:  onde G_4 é um parâmetro (no conhecido) chamado de ganho e medido em $[A/V = 1/\Omega]$ e V_x é a tensão sobre algum elemento do circuito, exceto a tensão sobre a própria fonte.

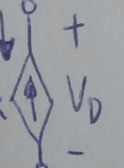
EQ. CARACTERÍSTICA:

Corrente sobre fonte = (+ ou -, a determinar) $G_4 \cdot V_x$. Será \oplus na equação se o sentido da corrente sobre a fonte for coincidente com o sentido da seta do símbolo. Será \ominus em caso contrário.

$I_A \downarrow$ + $f(V_A, I_A) = 0$
 $5V_x$  V_A
 $V_A = +5V_x$

$I_B \downarrow$ - $f(V_B, I_B) = 0$
 $3I_x$  V_B
 $V_B = -3I_x$

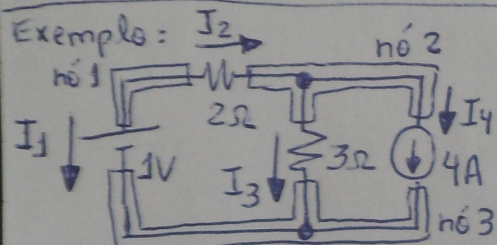
$I_C \uparrow$ + $f(V_C, I_C) = 0$
 $4I_x$  V_C
 $I_C = +4I_x$

$I_D \downarrow$ + $f(V_D, I_D) = 0$
 $8V_x$  V_D
 $I_D = -8V_x$

DEFINIÇÃO 9: LEIS DE KIRCHHOFF

NÓ: é um ponto que conecta 2 ou mais terminais de elementos diferentes.

LEI DAS CORRENTES DE KIRCHHOFF (LCK): a soma das correntes que entram em um nó é igual à soma das correntes que saem desse mesmo nó.



No circuito do exemplo, há 4 elementos de circuito. Para cada um desses 4 elementos, foi definida uma corrente sobre ele com sentido arbitrário. Há 3 nós nesse circuito, que foram chamados de nó 1, nó 2 e nó 3. O nó 1 conecta 2 terminais; o nó 2 conecta 3 terminais; o nó 3 conecta 3 terminais.

Aplicando LCK no nó 1: $0 = I_1 + I_2$, pois não há corrente entrando no nó 1 e há 2 correntes saindo do nó 1.

Aplicando LCK no nó 2: $I_2 = I_3 + I_4$, pois há 1 corrente entrando no nó 2 e há 2 correntes saindo do nó 2.

Aplicando LCK no nó 3: $I_1 + I_3 + I_4 = 0$, pois há 3 correntes entrando no nó 3 e não há corrente saindo do nó 3.

INFORMAÇÃO IMPORTANTE: em um circuito com n nós, é possível obter $(n-1)$ equações linearmente independentes (l.i.) através da aplicação da LCK. Para obter um conjunto de $(n-1)$ equações l.i., aplicar a LCK uma vez em cada nó, exceto em um nó, sendo que a escolha de qual nó onde não aplicar LCK é arbitrária.

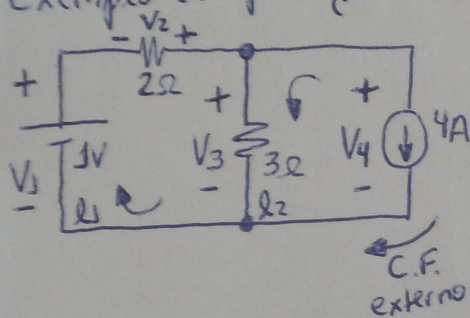
Pelo exemplo acima, tem-se: $I_2 = -I_1$; $I_2 = -I_1 = I_3 + I_4$ que resulta em $I_1 + I_3 + I_4 = 0$, ou seja, substituindo a equação da LCK no nó 1 na equação da LCK no nó 2, obtém-se a equação da LCK no nó 3. Em outras palavras, a última equação não contribui com nenhuma informação adicional em relação às equações anteriores e, portanto, ela é linearmente dependente (l.d.) das anteriores. Pode-se mostrar que, ao manipular quaisquer 2 dessas equações, chega-se à outra equação não usada durante as manipulações.

MALHA: é o caminho fechado (C.F.) obtido percorrendo elementos de circuito que não contém, dentro de si, nenhum outro caminho fechado.

LEI DAS TENSÕES DE KIRCHHOFF (LTK): a "soma" (ou seja, a soma com sinais positivos ou negativos ainda a determinar) das tensões sobre os elementos que compõem um C.F. é zero. Para determinar os sinais, percorrer todos os elementos de um mesmo C.F. no mesmo sentido (horário ou anti-horário, com escolha arbitrária). Será positivo para a tensão sobre o elemento se o primeiro terminal encontrado for o \oplus da polaridade. Será \ominus em caso contrário.

CONTINUAÇÃO DE LEI DE KIRCHHOFF:

Exemplo de aplicação de LTK:



No circuito do exemplo, há 4 elementos de circuito. Para cada um desses 4 elementos, foi definida uma tensão sobre ele com polaridade arbitrária. Há 3 C.F. nesse circuito, mas apenas 2 malhas; as malhas foram chamadas de l_1 e l_2 ; o caminho fechado externo (composto pelos elementos fonte de tensão, resistor de 2Ω e fonte de corrente) não é malha pois contém dentro de si 2 outros C.F. A malha l_1 é composta por 3 elementos (fonte de tensão e resistores de 2Ω e 3Ω). A malha l_2 é composta por 2 elementos (resistor de 3Ω e fonte de corrente).

Aplicando LTK na malha l_1 : $-V_1 - V_2 + V_3 = 0$. Explicando: de modo arbitrário, foi escolhido percorrer os 3 elementos da malha l_1 no sentido horário (indicado no esquemático pela seta com semi-círculo). Ao percorrer a fonte de tensão no sentido horário, encontra-se primeiramente o terminal associado ao \ominus de sua polaridade e, portanto, será \ominus para V_1 na LTK; ao percorrer o resistor de 2Ω nesse mesmo sentido, encontra-se em primeiro lugar o \ominus da sua polaridade e, portanto, será \ominus para V_2 ; ao percorrer o resistor de 3Ω também no sentido horário, encontra-se primeiramente o \oplus da sua polaridade e, portanto, será \oplus para V_3 na LTK.

Aplicando LTK na malha l_2 : $+V_3 - V_4 = 0$. Explicando: de modo arbitrário, foi escolhido percorrer os 2 elementos da malha l_2 no sentido anti-horário. Ao percorrer o resistor de 3Ω no sentido anti-horário, encontra-se primeiro o terminal associado ao \oplus de sua polaridade e, portanto, será \oplus para V_3 na LTK; ao percorrer a fonte de corrente nesse mesmo sentido, encontra-se primeiro o \ominus de sua polaridade e, portanto, será \ominus para V_4 na LTK.

Aplicando LTK no C.F. externo: $-V_1 - V_2 + V_4 = 0$. A explicação é semelhante às demais e aqui foi adotado sentido horário.

INFORMAÇÃO IMPORTANTE: em um circuito com l malhas, é possível obter l equações l.i. através da aplicação da LTK. Para obter um conjunto de l equações l.i., aplicar a LTK uma vez em cada malha.

Pelo exemplo acima, é possível obter a equação da LTK no C.F. externo simplesmente substituindo a equação da LTK na malha l_1 na equação da LTK na malha l_2 . Em outras palavras, a equação da LTK no C.F. externo não contribui com nenhuma informação adicional e, portanto, ela é l.d. das equações da LTK nas malhas l_1 e l_2 .

FORMULAÇÃO BÁSICA PARA O EQUACIONAMENTO DE CIRCUITOS:

ENUNCIADO: DADO UM CIRCUITO CONHECIDO, OBTEN TENSÕES E CORRENTES SOBRE TODOS OS ELEMENTOS.

PROCEDIMENTO: ALGORITMO $2b \times 2b$

I) DEFINIÇÃO DAS INCÓGNITAS: Para um circuito contendo b elementos, definir $2b$ incógnitas da seguinte forma:

I.A) DEFINIR UMA CORRENTE COM SENTIDO ARBITRÁRIO PARA CADA UM DOS b ELEMENTOS DO CIRCUITO.

I.B) DEFINIR UMA TENSÃO COM POLARIDADE ARBITRÁRIA PARA CADA UM DOS b ELEMENTOS DO CIRCUITO.

II) OBTEN UM CONJUNTO DE $2b$ EQUAÇÕES L.I. NAS $2b$ INCÓGNITAS DEFINIDAS NO PASSO I DA SEGUINTE FORMA:

II.A) OBTEN A EQUAÇÃO CARACTERÍSTICA DE CADA UM DOS b ELEMENTOS DO CIRCUITO, OBTENDO b EQUAÇÕES L.I.

II.B) APLICAR AS LEIS DE KIRCHHOFF PARA OBTEN b EQUAÇÕES L.I. DA SEGUINTE FORMA:

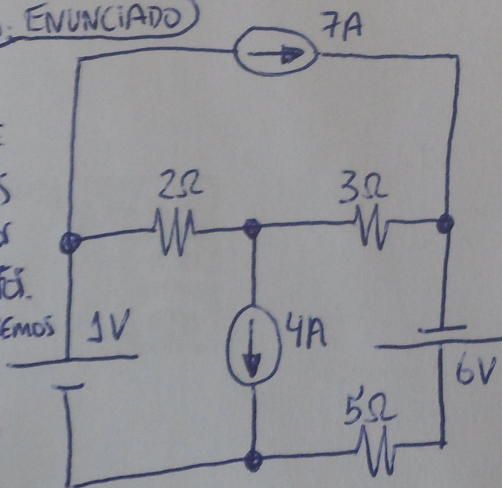
II.B.1) OBTEN $(n-1)$ EQUAÇÕES L.I. APLICANDO A LCK UMA VEZ EM CADA UM DOS n NÓS DO CIRCUITO, EXCETO EM UM NÓ (A ESCOLHA DO NÓ ONDE NÃO APLICAR LCK É ARBITRÁRIA).

II.B.2) OBTEN l EQUAÇÕES L.I. APLICANDO A LTK UMA VEZ EM CADA UMA DAS l MALHAS DO CIRCUITO.

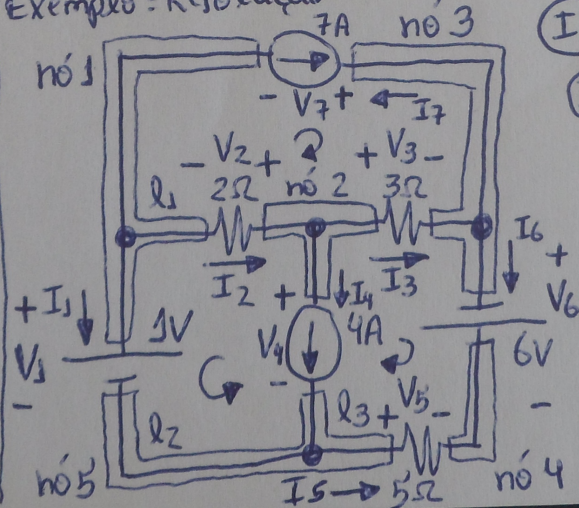
III) RESOLVER O SISTEMA ALGÉBRICO LINEAR DE $2b$ EQUAÇÕES EM $2b$ INCÓGNITAS ($2b \times 2b$) OBTIDO NO PASSO II.

Exemplo ENUNCIADO

OBTEN TENSÕES E CORRENTES SOBRE TODOS OS ELEMENTOS. (NOS LIMITAREMOS A OBTEN O SISTEMA DE $2b \times 2b$)



Exemplo: Resolução



I.A) $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7$

I.B) $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7$

$b=7$
 $n=5 \Rightarrow (n-1)=4$
 $l=3$

II.A) $V_1 = +1$ (1)

$V_2 = -2I_2$ (2)

$V_3 = +3I_3$ (3)

$I_4 = +4$ (4)

$V_5 = +5I_5$ (5)

$V_6 = -6$ (6)

$I_7 = -7$ (7)

II.B.1) LCK em:

nó 1: $I_7 = I_1 + I_2$ (8)

nó 2: $I_2 = I_3 + I_4$ (9)

nó 3: $I_3 = I_6 + I_7$ (10)

nó 4: $I_5 + I_6 = 0$ (11)

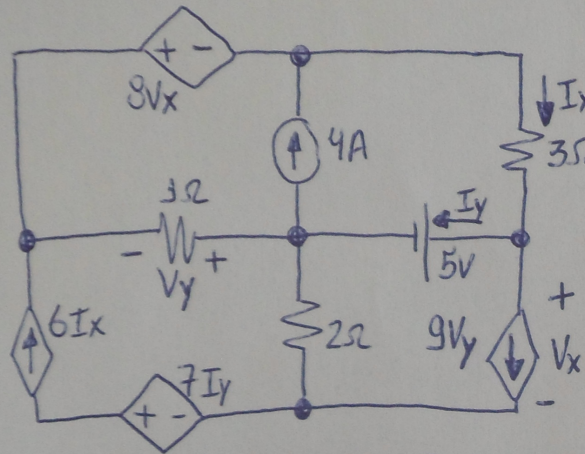
II.B.2) LTK em:

$l_1: +V_2 - V_7 - V_3 = 0$ (12)

$l_2: +V_1 - V_4 + V_2 = 0$ (13)

$l_3: +V_3 + V_6 - V_5 - V_4 = 0$ (14)

EXEMPLO 2: OBTER O SISTEMA 26x26



OBSERVE QUE NO ENUNCIADO DEVE SER INDICADO O SENTIDO E A POLARIDADE DAS VARIÁVEIS DE CONTROLE OU SEJA, VARIÁVEIS QUE CONTROLAM AS FONTES CONTROLADAS, NESSE CASO: I_x, I_y, V_x e V_y

Resolução do Exemplo 2:

(I.A) $I_1, I_2, I_x, I_4, I_y, I_6, I_7, I_8, I_9$

(I.B) $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8, V_x$

(II.A) $V_y = -I_1$ (1) $I_6 = +6I_x$ (6)

$V_2 = +2I_2$ (2) $V_7 = +7I_y$ (7)

$V_3 = +3I_x$ (3) $V_8 = -8V_x$ (8)

$I_4 = -4$ (4) $I_9 = -9V_y$ (9)

$V_5 = -5$ (5)

(II.B.1) LCK em:

nó 1: $I_6 = I_1 + I_8$ (10)

nó 2: $I_8 = I_x + I_4$ (11)

nó 3: $0 = I_6 + I_7$ (12)

nó 4: $I_2 + I_7 = I_9$ (13)

nó 5: $I_x + I_9 = I_y$ (14)

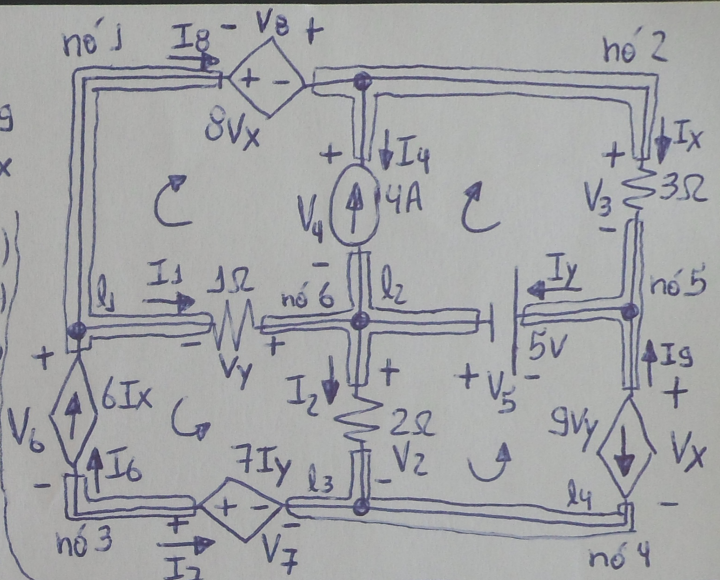
(II.B.2) LTK em:

$l_1: +V_y - V_8 + V_4 = 0$ (15)

$l_2: +V_3 - V_5 - V_4 = 0$ (16)

$l_3: +V_y + V_6 + V_7 - V_2 = 0$ (17)

$l_4: +V_2 - V_x - V_5 = 0$ (18)



COMENTÁRIOS FINAIS: O ALGORITMO 26x26 É O MAIS SIMPLES E O QUE NECESSITA DE MENOS CONHECIMENTO. CONTUDO, A ORDEM DO SISTEMA ALGÉBRICO A SER RESOLVIDO É MUITO GRANDE (ORDEM n^2). NO EXERCÍCIO SOBRE O TÓPICO 1 NOS LIMITAREMOS A OBTER O SISTEMA 26x26 E, PORTANTO, NÃO IREMOS RESOLVER O SISTEMA ALGÉBRICO DE ORDEM ELEVADA.

MOTIVAÇÃO PARA OS CONTEÚDOS A SEREM ABORDADOS NOS TÓPICOS 2 (ANÁLISE NODAL) E 3 (MÉTODO DAS MALHAS): resolver o mesmo enunciado (obter tensão e correntes sobre todos os elementos) porém resolvendo um sistema algébrico de ordem menor. Para isso, as incógnitas a serem incluídas no sistema algébrico não serão as incógnitas do enunciado. Na análise nodal serão definidas novas incógnitas chamadas de tensões nodais e no método das malhas serão definidas novas incógnitas chamadas de correntes ^{de malha}. Uma vez resolvido o sistema algébrico de ordem menor, será necessário realizar manipulações algébricas para relacionar as incógnitas do enunciado (tensão e correntes sobre elementos) em função das novas incógnitas (tensões nodais ou correntes de malha). Para a resolução do sistema algébrico de ordem menor, em TE313 será permitido o uso de ferramentas computacionais (calculadora, Matlab, Python, etc) ou cálculos analíticos (escalonamento, regra de Cramer, etc).