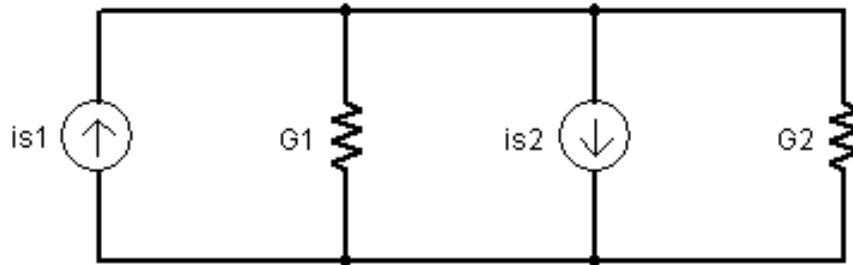


Circuito com um par de nós

- Pretendemos analisar o **circuito paralelo** dado;

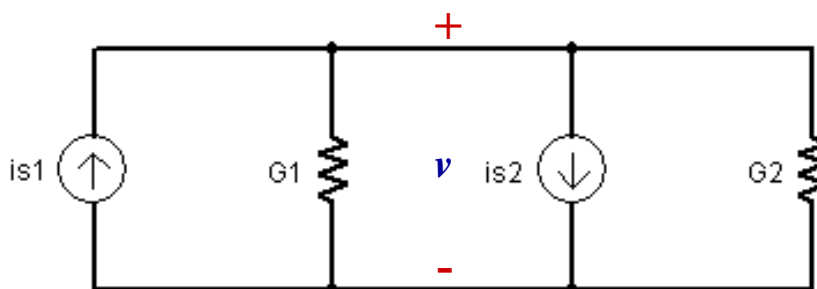


- Neste caso, como se trata de um circuito paralelo, a grandeza mais importante a determinar (da qual todas as outras dependem) é a **tensão, v** , entre os dois nós.

Circuito com um par de nós – determinação de v

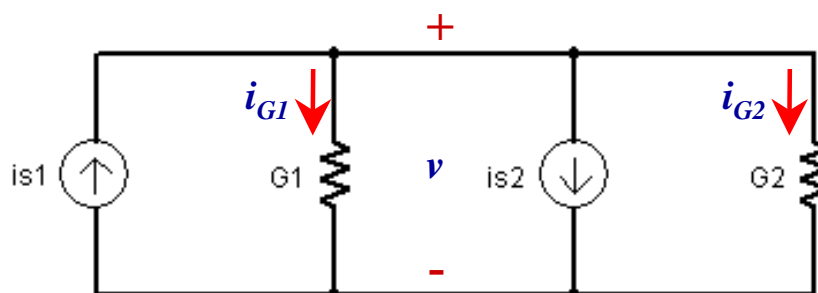
Aplicação da KCL

- 1- Arbitrar uma polaridade de referência para a tensão v ;



Lembremos que elementos em paralelo estão todos à mesma tensão.

- 2- Escolher sentidos de referência para as correntes desconhecidas;

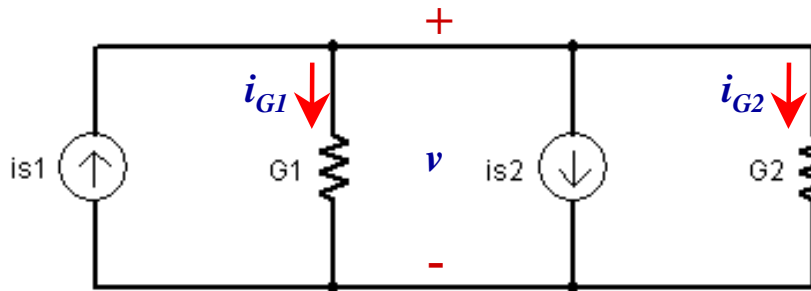


Convém escolher os sentidos de forma a que as correntes entrem pelo lado positivo da tensão.

Circuito com um par de nós – determinação de v

3- Com base na **Lei das Correntes de Kirchhoff**, escrever a equação do nó:

$$-i_{s1} + i_{G1} + i_{s2} + i_{G2} = 0$$



4- Aplica-se a **Lei de Ohm** para expressar i_{G1} e i_{G2} em função de v :

$$i_{G1} = G_1 \cdot v \quad i_{G2} = G_2 \cdot v$$

$$-i_{s1} + G_1 \cdot v + i_{s2} + G_2 \cdot v = 0$$

$$v = \frac{i_{s1} - i_{s2}}{G_1 + G_2}$$

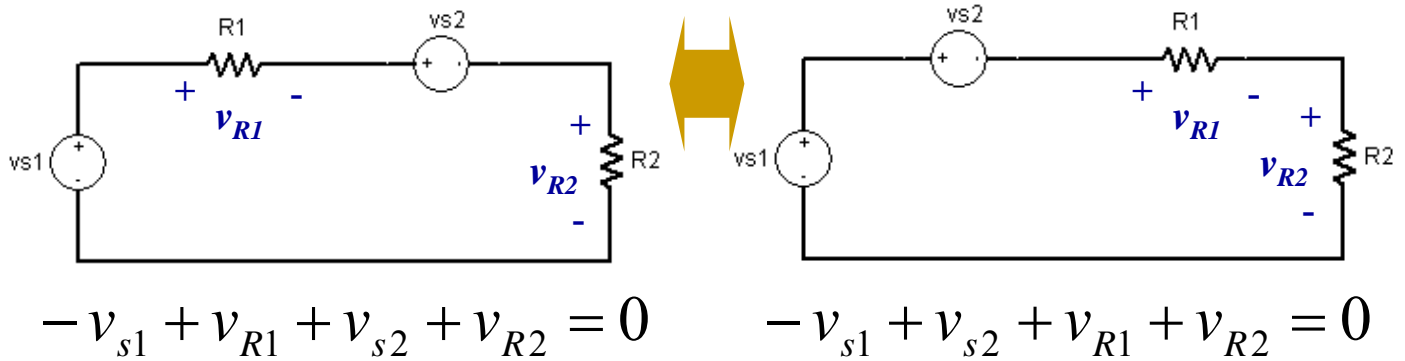


Combinação de fontes e resistências

... para simplificar a análise de circuitos

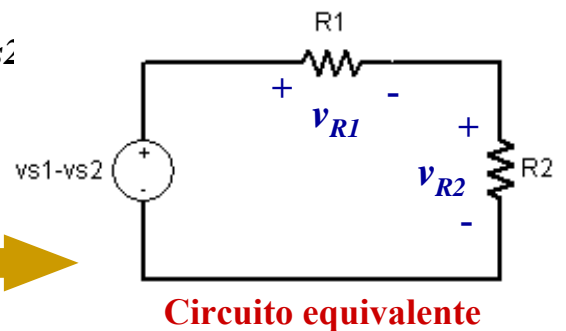
Combinação de fontes

- Notar que a posição relativa dos elementos num circuito série não afecta a corrente no mesmo.



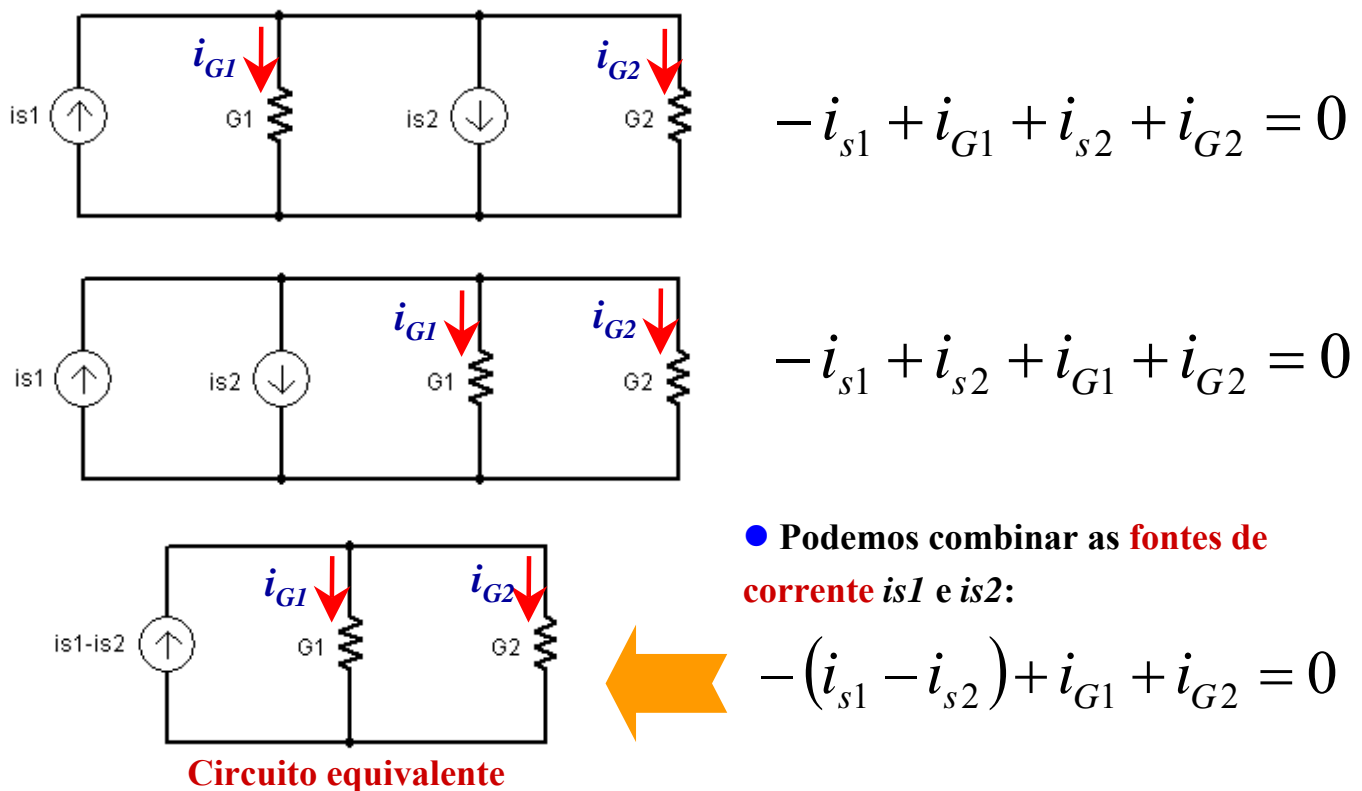
- Podemos combinar as fontes de tensão $vs1$ e $vs2$

$$-(v_{s1} - v_{s2}) + v_{R1} + v_{R2} = 0$$



Combinação de fontes

- O mesmo pode ser feito para as fontes de corrente.

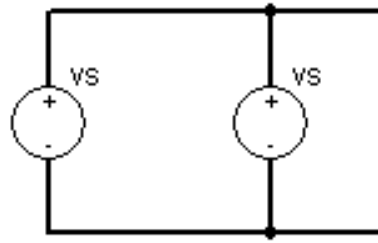


- Podemos combinar as fontes de corrente $is1$ e $is2$:

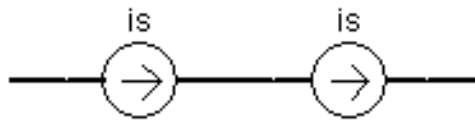
$$-(i_{s1} - i_{s2}) + i_{G1} + i_{G2} = 0$$

Combinação de fontes - restrições

- Só podemos ter fontes de tensão em paralelo, se todas elas tiverem o mesmo valor de tensão;

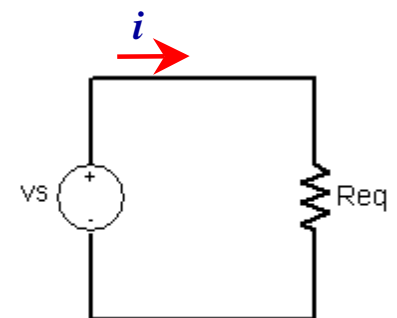
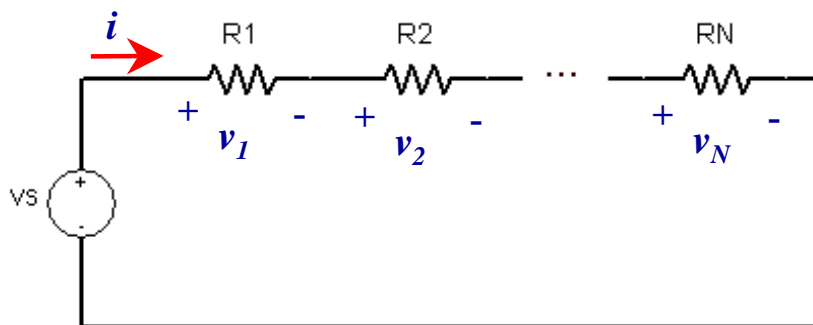


- De forma idêntica, só podemos ter fontes de corrente em série, se todas elas tiverem o mesmo valor de corrente.



Combinação de resistências – em série

- Num circuito podemos substituir combinações de resistências por uma resistência equivalente;



$$v_s = v_1 + v_2 + \dots + v_N = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + \dots + R_N \cdot i$$

$$v_s = (R_1 + R_2 + \dots + R_N) \cdot i$$

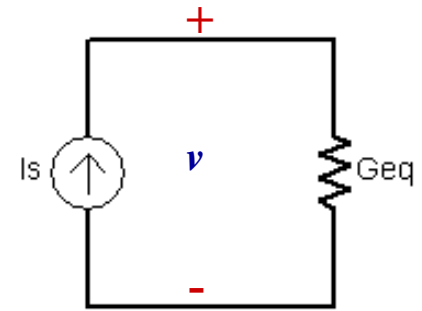
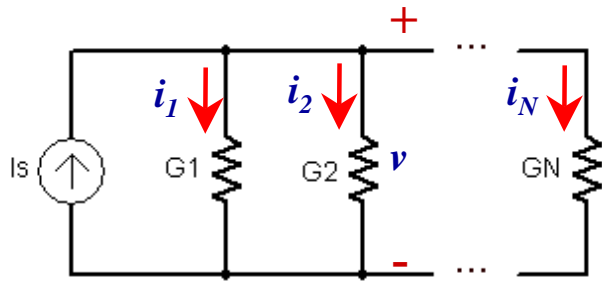


$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_N$$

$$v_s = R_{eq} \cdot i$$

- Notar que, depois desta simplificação, não é mais possível calcular as tensões ou potências em cada uma das resistências.

Combinação de resistências – em paralelo



$$i_s = i_1 + i_2 + \dots + i_N = G_1 \cdot v + G_2 \cdot v + \dots + G_N \cdot v$$

$$i_s = (G_1 + G_2 + \dots + G_N) \cdot v$$

$$i_s = G_{eq} \cdot v$$

$$G_{eq} = G_1 + G_2 + \dots + G_N$$

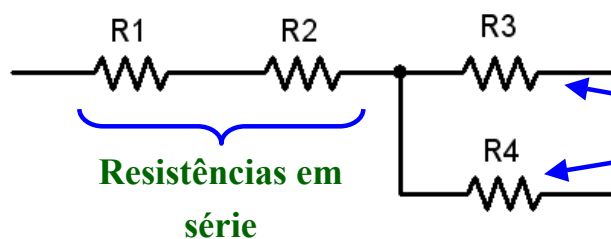
Nota: Para $N=2$ a resistência equivalente é dada por:

$$R_{eq2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

- Mais uma vez, depois disto não é possível calcular as correntes individuais nas resistências.

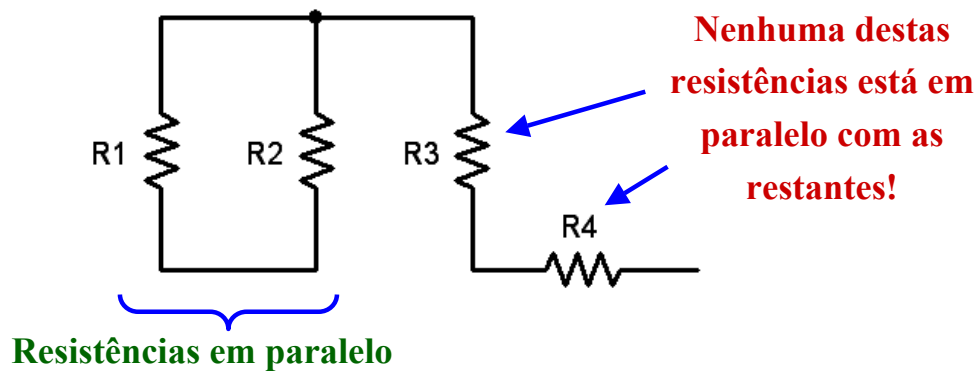
Erros frequentes: Combinação de resistências



Nenhuma destas resistências está em série com as restantes!

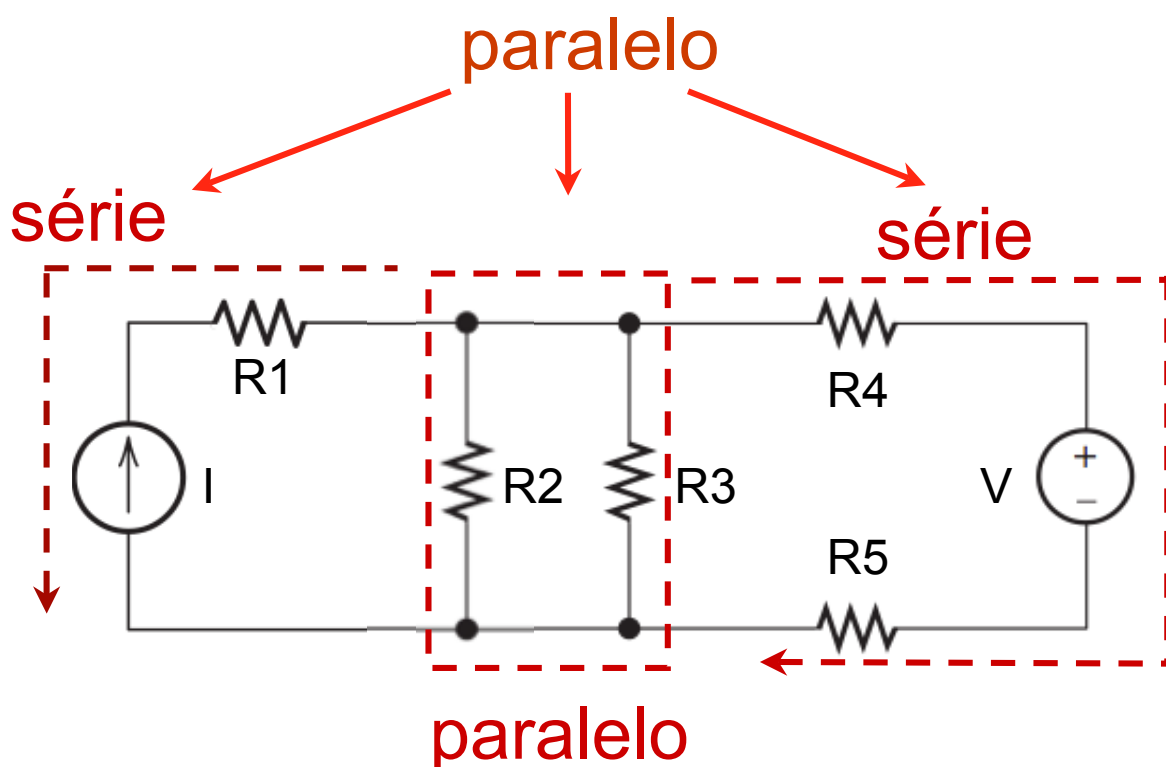
- Nos elementos em série, não pode haver derivação nos pontos intermédios.

Erros frequentes: Combinação de resistências



- Os nós a que estão ligados os elementos em paralelo, têm de ser os mesmos para todos.

Erros frequentes: Paralelos e séries



Divisores de tensão e de corrente

... duas regras úteis na análise de circuitos

Divisor de tensão

• Serve para exprimir a tensão aos terminais de uma resistência num circuito com várias resistências em série.

• Aplicando a Lei de Ohm a R_j (com $1 \leq j \leq N$)

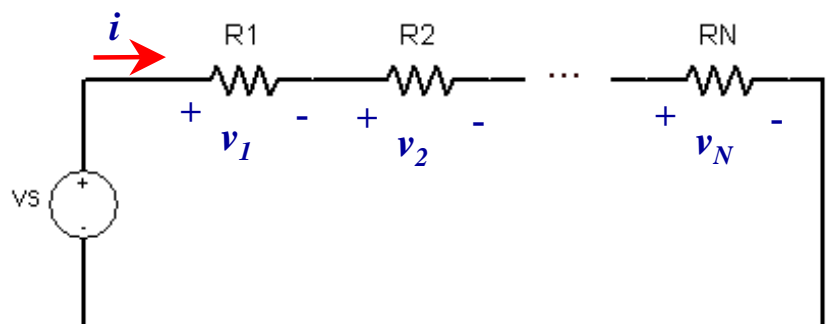
$$v_j = R_j \cdot i$$

• Aplicando a mesma lei ao circuito todo

$$i = \frac{v_s}{R_1 + R_2 + \dots + R_N}$$

• Substituindo na expressão acima dá:

$$v_j = \frac{R_j}{R_1 + R_2 + \dots + R_N} v_s$$



Divisor de corrente

- É o dual do divisor de tensão e serve para exprimir a corrente através de uma resistência num circuito com várias resistências em paralelo.

- Aplicando a Lei de Ohm a G_j (com $1 \leq j \leq N$)

$$i_j = G_j \cdot v$$

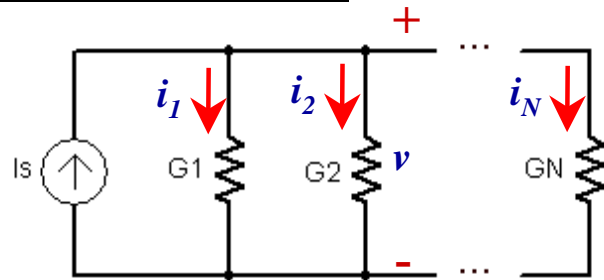
- Aplicando a mesma lei ao circuito todo

$$v = \frac{i_s}{G_1 + G_2 + \dots + G_N}$$

- Substituindo na expressão acima dá: $i_j = \frac{G_j}{G_1 + G_2 + \dots + G_N} i_s$

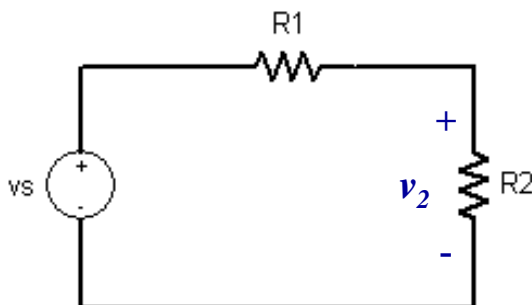
- Ou:

$$i_j = \frac{\frac{1}{R_j}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}} i_s$$



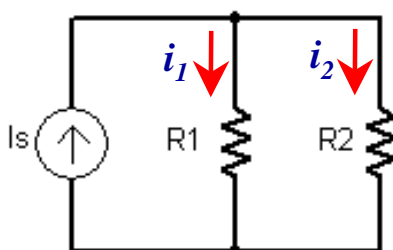
Divisores com duas resistências

- É com duas resistências que os divisores aparecem com mais frequência, por isso interessa saber escrever as expressões de memória.



Divisor de tensão: A resistência em causa a dividir pela soma das resistências

$$v_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_s$$



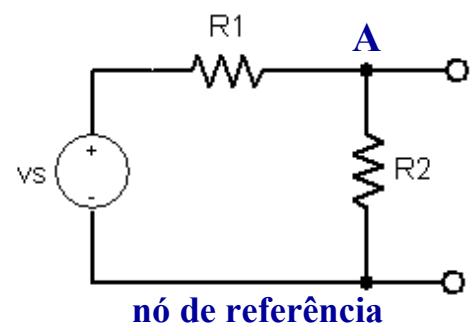
Divisor de corrente: A outra resistência a dividir pela soma das resistências

$$i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} i_s$$

Terra, massa, chassis...

nó de referência

- Na prática, em qualquer circuito eléctrico ou electrónico há sempre um nó que é considerado (arbitrariamente) o **nó de referência**;
- O nó de referência é o ponto em relação ao qual a as tensões são medidas – quando falamos da “**tensão no ponto A**”, estamos de facto a referir-nos à “**tensão entre o ponto A e o nó de referência**”;
- O nó de referência é considerado o **ponto de potencial zero**;
- Na prática, o nó de referência é ligado à estrutura metálica que serve de suporte físico ao circuito – é por essa razão que se designa habitualmente por **chassis, massa ou terra**.



Símbolo de
massa

nó de referência nos esquemas

- Nos esquemas eléctricos, o nó de referência é representado habitualmente pelo símbolo de “massa”.

