

https://pt.wikipedia.org/wiki/James_Watt

Resistências em série e paralelo – da teoria para a prática

Este é um assunto aparentemente simples, mas, às vezes, nem tanto assim para quem está se iniciando em eletrônica.

Ele aparece nos livros de Física do 3º ano do Ensino Médio e, em geral, o aluno apenas decora algumas fórmulas para passar de ano e/ou no “ENEM” sem nunca ter visto nada do “mundo real”.

Não sei para que e porque se continua ensinando isto a jovens que depois resolvem fazer jornalismo, direito, psicologia ou seja lá o que for e esquecem tudo aquilo que tentaram lhes ensinar.

Tiram disciplinas importantes como Artes, Filosofia, Sociologia, por exemplo, que são a base na formação dos jovens seja lá a profissão que venham abraçar no futuro.

O estudante passa muito tempo substituindo números em fórmulas sem saber para que serve o resultado.

O enfoque que pretendo dar neste *post* e vídeo é voltado para o técnico reparador de equipamentos eletrônicos.

Numa das minhas aulas preliminares sobre circuitos série e paralelo no **Clube Aprenda Eletrônica com Paulo Brites** o tema foi objeto de comentários de alguns alunos e a cada resposta que eu dava uma nova dúvida surgia.

É possível até que as minhas respostas, às vezes, tenham sido estilo Chacrinha: -Não explicou e sim, confundiu mais ainda!

A distância, às vezes, fica mais difícil entender a dúvida. Faz parte do processo da EAD.

O professor precisa estar ciente disso e ir até as últimas consequências para que nenhuma dúvida paire na cabeça do aprendiz.

Aprendi isso, lendo os livros do mestre Paulo Freire, entre outros.

Todo este lero-lero foi para dizer que resolvi explorar um pouco mais o assunto e apresentá-lo não apenas aos “privilegiados” assinantes do Clube, mas a todos que navegam pela Internet à procura de material sobre circuitos série e paralelo indo além da teoria e avançando para a prática.

Resistências em série e paralelo um pouco de “teoria prática”

Não é porque eu seja um defensor ferrenho da necessidade da prática para compreender qualquer coisa que vou abrir mão da teoria.

Como disse **James Watt** – “Nada é tão prático como uma boa teoria”.

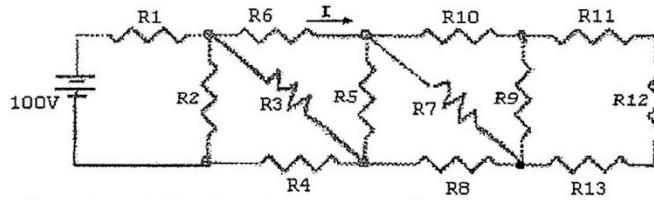
Em princípio poderíamos pensar que tais associações de resistências teriam como único objetivo obter apenas um novo valor.

É claro que isto irá ocorrer mas, exceto nas questões dos livros de Física do Ensino Médio que apresentam aqueles desenhos que parecem mais um quebra cabeça, há mais coisas com que o técnico de eletrônica, seja ele projetista ou reparador, precisa se preocupar.

Entretanto, não posso deixar de avisar que você precisará estudar estes tipos de questões “bizarras” se pretende fazer algum concurso para técnico de eletrônica.

Elas sempre caem e, a meu ver, nem sempre garantem que ao responder corretamente o candidato estará verdadeiramente habilitado a exercer a profissão, caso passe no concurso.

Jamais encontraremos uma estrutura como esta mostrada na fig.1 ao reparar um equipamento eletrônico, mas ela caiu numa prova de concurso, acredite.



Qual é o valor a corrente I , em ampères, e o da resistência equivalente, em ohms, respectivamente, no circuito acima?

- (A) 2,5 e 10
- (B) 2,5 e 20
- (C) 5,0 e 10
- (D) 5,0 e 20
- (E) 7,5 e 10

- Dados:
- R1 e R8 = 5 ohms
 - R2 = 10 ohms
 - R3 e R7 = 6 ohms
 - R4 = 7 ohms
 - R5 = 8 ohms
 - R6 e R11 = 2 ohms
 - R9 e R10 = 4 ohms
 - R12 e R13 = 1 ohm

O que costumamos encontrar na prática são alguns resistores, geralmente de mesmo valor, em série ou em paralelo como nos mostram as fig.2 e fig.3 de parte de esquemas de fontes chaveadas.

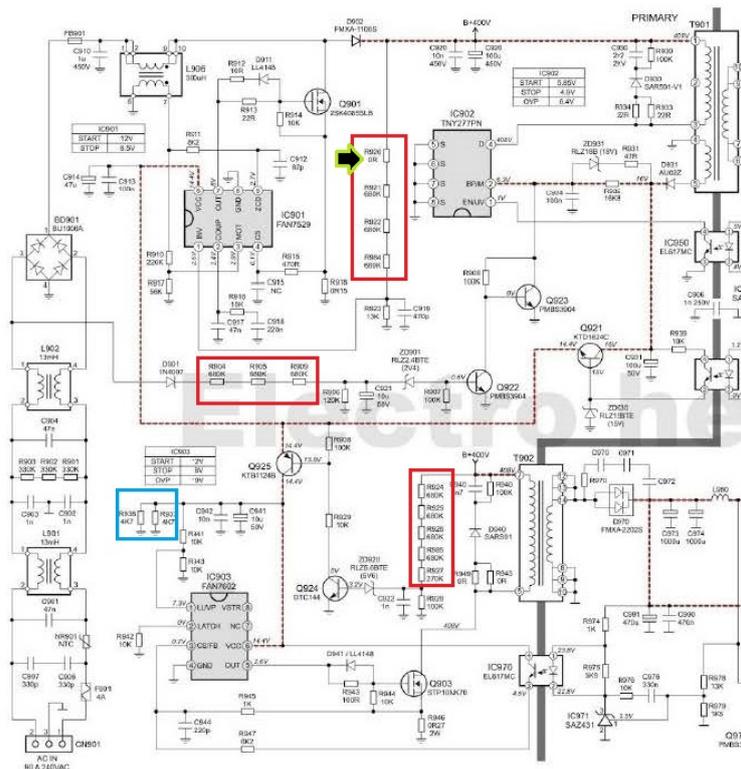


Fig. 2

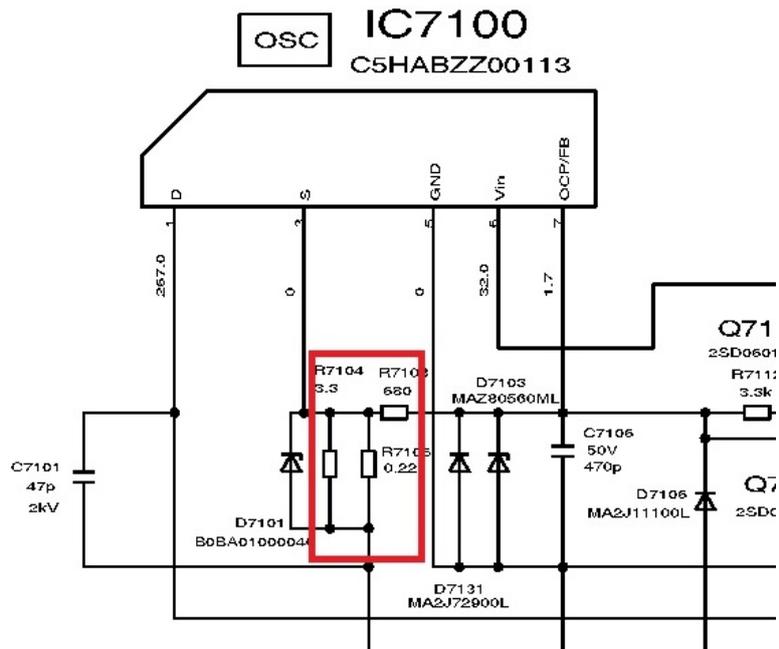


Fig.3

O que é OBRIGATÓRIO saber sobre resistências em série

Para resistências em série existem duas “regras” que o técnico precisa saber e que poderão ser aplicadas na análise de um circuito.

Na fig.4 temos três resistências em série, mas poderíamos ter “n” e as regras seriam as mesmas.

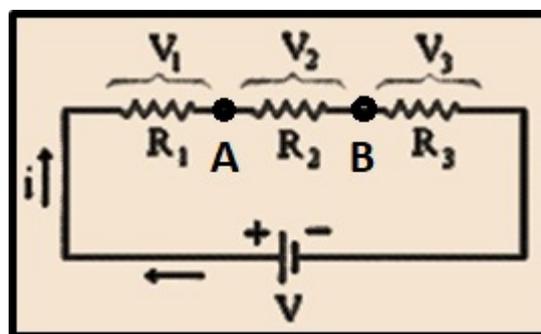


Fig.4

Comecemos com o básico que é o cálculo da resistência total ou equivalente.

A resistência TOTAL ou EQUIVALENTE é igual a soma de todas as resistências.

Para saber se as resistências estão em série precisamos verificar se a regra 1 se aplica ao conjunto.

REGRA # 1

A corrente i é a mesma em todos os elementos do circuito.

Se voltarmos a fig.2 veremos que esta regra se aplica ao três conjuntos de resistores dentro dos retângulos vermelhos.

Nos conjuntos 1 e 2 a resistência total é de 2040kOhms e no conjunto 3 temos 2310kOhms.

Repare que no conjunto 1 há um resistor de zero ohms, ou seja, um *jump*.

Você deve estar se perguntando qual seria a razão para o projetista utilizar esta configuração no lugar de um único resistor.

Difícil “entrar na cabeça” do projetista para saber o que ele pensou, mas eu arriscaria dizer que assim fazendo ele pode usar resistores de menor dissipação de potência caso utilizasse um único resistor apenas.

Pode ser também que a intenção tenha sido permitir maior flexibilidade para alteração no projeto e daí também a utilização de um *jump* (resistor de zero ohm) que poderia facilmente ser substituído por algum resistor de outro valor.

Mas, isso são meras suposições.

De qualquer maneira vale “ficar de olho” nestes resistores pois, quanto maior a resistência maior também é a possibilidade de seu valor vir a aumentar com o tempo.

Já a regra 2 será utilizada para analisar o circuito.

REGRA # 2

A **tensão V** aplicada é igual a **soma das tensões** em cada elemento do circuito.

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

Suponhamos que eu estivesse preparando algumas questões para um concurso de avaliação de Técnico em Eletrônica.

Eu faria assim:

- No circuito da fig.4 a fonte “V” fornece 120VDC ao circuito onde os três resistores são de 1kohm e 1/8W.

Considerando o ponto de referência para a medida das tensões o polo negativo da fonte pergunta-se:

- a) Qual o valor da tensão no ponto B que une R2 com R3?
- b) Qual o valor da tensão no ponto A que une R1 com R2?
- c) Suponha que o resistor R1 apresentou uma resistência de 10Mohms. Qual a tensão medida entre o terminal negativo da fonte e o ponto que une R2 a R3 e R2 a R1?
- d) A utilização de resistores de 1/8 W é adequada ao circuito?

Repare que a formulação da questão obriga que o candidato seja capaz de perceber que precisa utilizar os conceitos básicos de um circuito de resistores em série para resolver um problema prático.

No vídeo que acompanha este *post* discutirei a resolução.

O que é OBRIGATÓRIO saber sobre resistências em paralelo

Calcular a resistência total ou equivalente de um circuito paralelo não é tão simples como para os resistências em série.

Você irá encontrar a fórmula abaixo em qualquer livro de Física do Ensino Médio.

$$\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots \frac{1}{R_n}$$

Mas, não estou interessado nela porque na prática não encontraremos diversos resistores de valores de resistências diferentes colocados em paralelo.

Isto fica para as provas de Física porém, você deve estudá-la se pretende prestar algum concursos porque “coisas” deste tipo sempre caem.

No “mundo real” duas coisas você precisa saber.

A primeira é esta que coloco em destaque aqui abaixo.

O valor da resistência total ou equivalente será SEMPRE MENOR que o valor da MENOR resistência que compõe o circuito paralelo.

É importante saber também como calcular a resistência total ou equivalente de **dois resistores**. Para isso tenha sempre em mente a fórmula abaixo.

$$R_{\text{total}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Mais importante ainda, sob o ponto de vista prático, é saber que se tivermos “n” resistores, de mesma resistência R, em paralelo, teremos

$$R_{\text{total}} = \frac{R}{n}$$

Nenhum fabricante de equipamento eletrônico vai colocar resistores de valores diferentes em paralelo. Não é economicamente viável.

Reveja as fig.2 e fig.3.

Talvez você queira perguntar por que usar dois resistores de 0,22 Ohms em paralelo e não apenas um de 0,10 Ohms?

O primeiro motivo que me vem à cabeça é pensar que ao colocarmos resistores em paralelo, além de reduzir a resistência, neste caso dividindo-a por dois, também iremos dividir por dois a tolerância obtendo um “novo” resistor “mais preciso”.

O outro motivo pode estar na Regra#2 para resistências em paralelo que estudaremos mais adiante.

Na fig. 5 temos três resistências em paralelo.

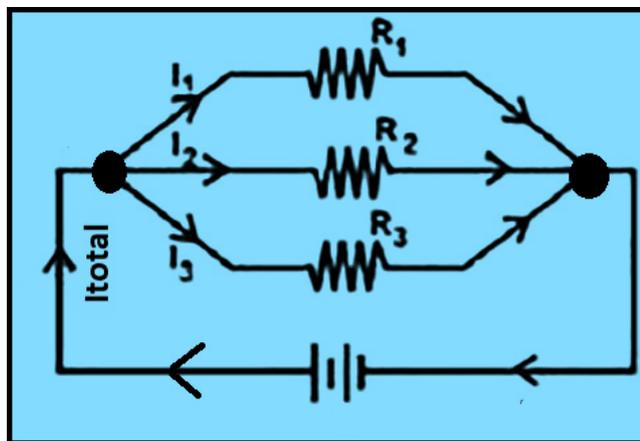


Fig.5

Assim como fizemos para os resistências em série vamos ver as duas regras importantes para a análise de um circuito com resistências em paralelo.

REGRA # 1

A **tensão** é a mesma sobre todos os elementos do circuito que estão em paralelo.

REGRA # 2

A **corrente total** é igual a **soma das correntes** em cada elemento do circuito.

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3$$

A regra # 2 pode ser a outra justificativa para colocar resistores em paralelo como nos exemplos das fig.2 e fig.3.

Observe que ao dividir a corrente total por vários resistores podemos utilizar dissipação de potência menor caso fosse optado por utilizar apenas um único resistor.

O técnico reparador precisa estar bem atento quanto a acurácia do instrumento que vai utilizar para medir estes resistores.

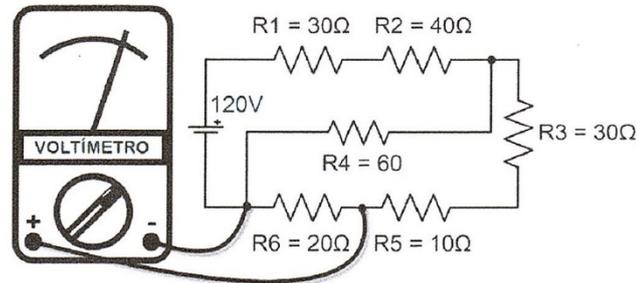
No exemplo da fig.3, se um resistor de 0,22 Ohms abrir, alguns ohmímetros talvez não detectem isso.

Neste caso a **técnica de quatro pontas** pode ser uma excelente aliada.

Analisando uma questão de concurso

Na fig.6 temos uma questão de um concurso para técnico em eletrônica que envolve conhecimento sobre circuito com resistores em série e paralelo.

Analise a figura a seguir, cujo valor da tensão de alimentação do circuito é de 120 V.

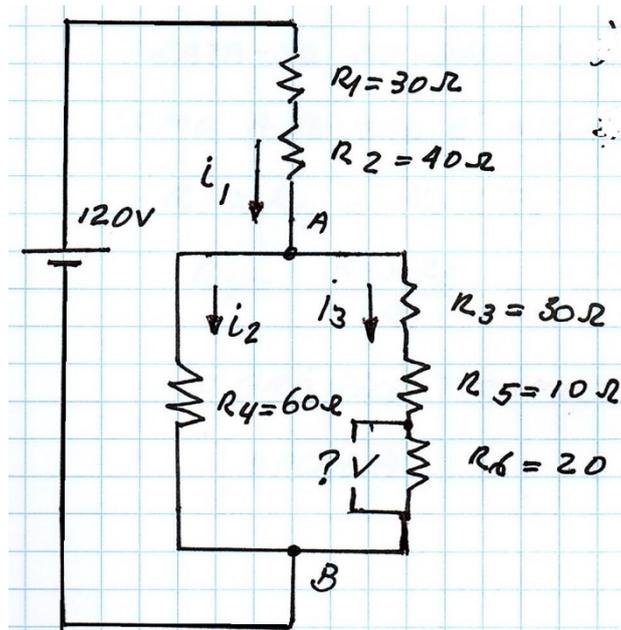


O valor da tensão medida no resistor R6 é igual a

- A) 10 V.
- B) 12 V.
- C) 15 V.
- D) 20 V.

Fig.6

Para ficar mais didática a resolução eu redesenhei o circuito como na fig.7.

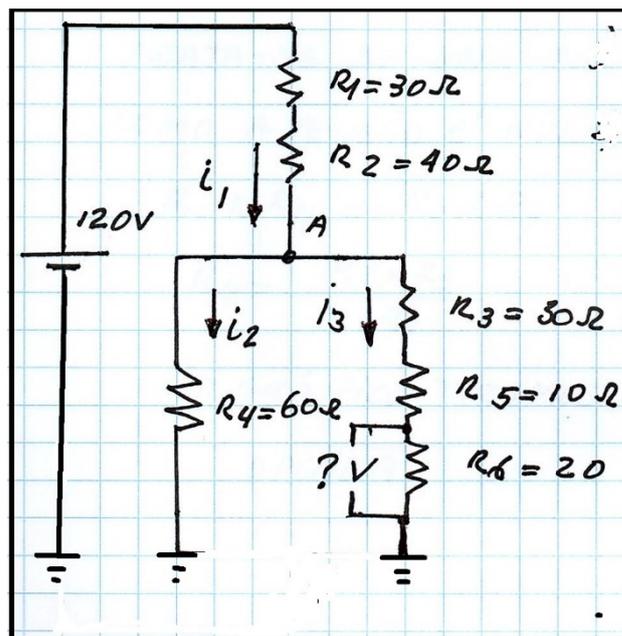


Repare que temos no mesmo circuito resistores em série e resistores em paralelo que costuma ser chamado de circuito misto.

Vou deixar para o leitor resolver e adianto que a resposta será a opção B, portanto o voltímetro deverá medir 12V sobre R_6 .

Quero agora propor um exercício interessante.

Você está reparando o circuito proposto na fig.7 e ao medir a tensão sobre R_6 não encontra os 12V que estaria indicado no esquema e verifica que também não há nenhuma tensão entre os terminais de R_3 e de R_5 .



A primeira providencia foi verificar a fonte e constatou que estava fornecendo 120V.

O esquema também indica que a tensão no ponto A em relação à terra deve ser 36V.

Entretanto, ao medir esta tensão você encontra 55,38V.

A partir destas medidas você pode concluir que:

- A tensão no ponto A subiu porque a corrente $I_2 + I_3$ aumentou.
- Como não há nenhuma tensão sobre R_3 , R_5 e R_6 então I_3 é nula, logo foi I_2 aumentou.

- c) O fato de I_3 ser nula e não haver tensão sobre R_6 garante que ele está aberto.
- d) O fato de I_3 ser nula e não haver tensão sobre R_6 só garante que um dos resistores R_3 , R_5 ou também R_6 deve estar aberto (ou todos eles).
- e) As opções (a), (b) e (d) são verdadeiras mas, (c) é falsa.

Percebeu que usamos as regras de circuitos serie e paralelo simultaneamente uma vez que o circuito analisado é “misto”.

Resumo da ópera, é este tipo de conhecimento sobre resistências em série em paralelo que interessa a um técnico reparador e não algumas questões que aparecem em concursos típicas dos livros de Física do Ensino Médio.