

Como medir componentes eléctricos com um multímetro

*Os componentes eléctricos devem, sempre que possível, ser medidos fora dos circuitos onde possam estar inseridos, ou pelo menos com um terminal deles desconectado, pois caso contrário os valores medidos dificilmente serão os correctos, e **SEMPRE com os equipamentos eléctricos desligados da corrente que os alimenta.***

As indicações aqui fornecidas não substituem as fornecidas no manual do equipamento de medida que possua, por isso deve sempre lê-lo.

O autor deste tutorial não assume qualquer responsabilidade pelos danos materiais ou pessoais causados por uso indevido do equipamento mencionado.

Este tutorial pode ser distribuído livremente, desde que não adulterado.

1 - Resistência

Como a resistência não tem polaridade, pode ser medida com as pontas de prova vermelha/preta em qualquer dos seus terminais.

No multímetro, as pontas de prova deverão estar ligadas nos locais apropriados, sendo que a preta deve estar no terminal comum da mesma cor, e a vermelha no terminal Ω com essa mesma cor.



2- Condensadores

2.1 - Condensador polarizado (Electrolítico ou de Tântalo)

Os condensadores electrolíticos são polarizados e têm geralmente o terminal negativo assinalado por uma risca de cor diferente, eventualmente com o sinal negativo (-) nela marcado. É necessário por isso usar a ponta de prova vermelha ligada ao terminal positivo do condensador, sendo que do lado do multímetro tem que estar ligada no terminal correcto (usualmente no terminal de cor vermelha com a inscrição **V** ou **Cx**). A ponta de prova preta deverá ser ligada ao terminal negativo do condensador, e no multímetro deverá estar no terminal comum (preto). **Não deve ser ligado invertido!**

ATENÇÃO: Porque os condensadores são componentes que se destinam a acumular energia eléctrica, e em especial os condensadores do tipo electrolítico, podem acumular cargas consideráveis, é muito importante descarregá-los antes de os submeter a uma medição com um multímetro ou capacímetro. Para os descarregar pode-se ligar (simplesmente encostar) aos seus terminais, uma resistência de baixo valor, para descarregar o condensador.



2.2 - Condensador não polarizado (poliéster, cerâmico ou outros)

Os condensadores não polarizados podem ser medidos sem qualquer orientação específica das pontas de prova do multímetro (ou capacitímetro). Apenas se tem que prestar atenção á correcta ligação das pontas de prova ao multímetro, e naturalmente á escala usada.

ATENÇÃO: Embora estes condensadores sejam normalmente de capacidade muito reduzidas, para uma correcta medição dos seus valores, também estes condensadores devem ser previamente descarregados antes de os submeter a medição.

Nota: Alguns multímetros possuem uma função de medição relativa, sendo possível assim “retirar” ao valor medido a capacidade parasita das pontas de prova do multímetro. Isto é muito útil para medir valores de capacidade muito pequenos, da ordem dos pico-Farad.



3 - Indutâncias

3.1 - Bobine

As bobines não têm polaridade por isso apenas se tem que prestar atenção á correcta ligação das pontas de prova no multímetro (vermelha em **Lx** e preta no terminal comum) e á escala usada.

Nota: Se se justificar pode também ser medida a resistência eléctrica da bobine, como se de uma resistência normal se tratasse.



3.2 - Transformador (indutância)

Os transformadores são indutâncias (conjuntos de bobinas), e não têm polaridade, por isso devem ser medidos como se de simples bobinas se tratassem, apenas tendo em consideração que os valores a medir deverão ser entre terminais de um mesmo enrolamento, excepto se estivermos a tentar verificar o isolamento entre enrolamentos, isto é, se há passagem entre enrolamentos devido a mau isolamento eléctrico.

Nota: Se se justificar pode também ser medida a resistência eléctrica dos enrolamentos do transformador, como se de uma resistência normal se tratasse.

3.2.1 - Medição da indutância do enrolamento primário do transformador

Como existe um valor de indutância mensurável, em princípio tudo estará bem com o enrolamento primário do transformador. Claro que seria necessário saber as características do transformador para saber se efectivamente o valor medido corresponde ao valor que deveria ser apresentado, mas pelo menos o enrolamento não se encontra quebrado, ou em circuito aberto.



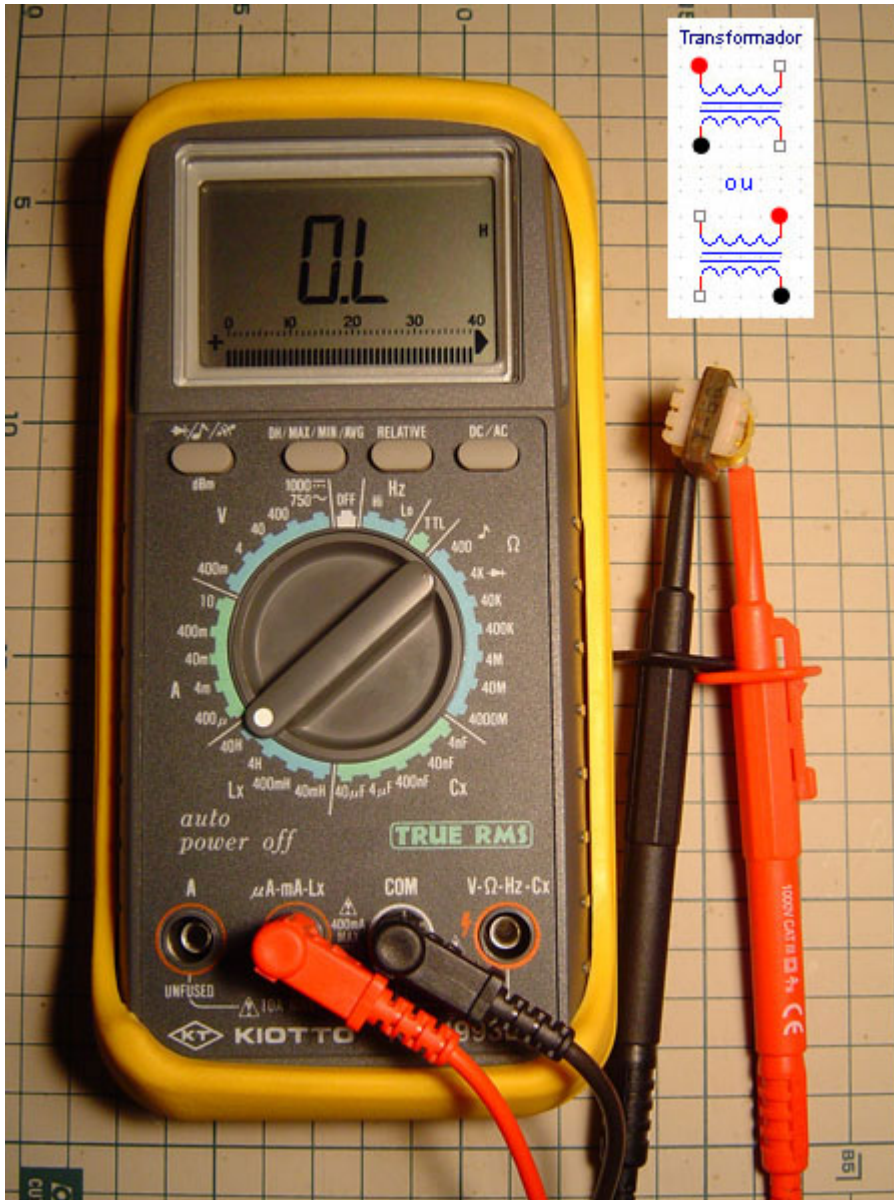
3.2.2 - Medição da indutância do enrolamento secundário do transformador

Tal como para o enrolamento primário, também para o enrolamento secundário existe um valor de indutância mensurável, embora seja diferente, o que é normal pois a quantidade de espiras dos enrolamentos primário e secundário é normal serem diferentes, e em princípio também tudo estará bem com este enrolamento. Só conhecendo as características do transformador é que se poderia saber se efectivamente o valor medido corresponde ao valor esperado.



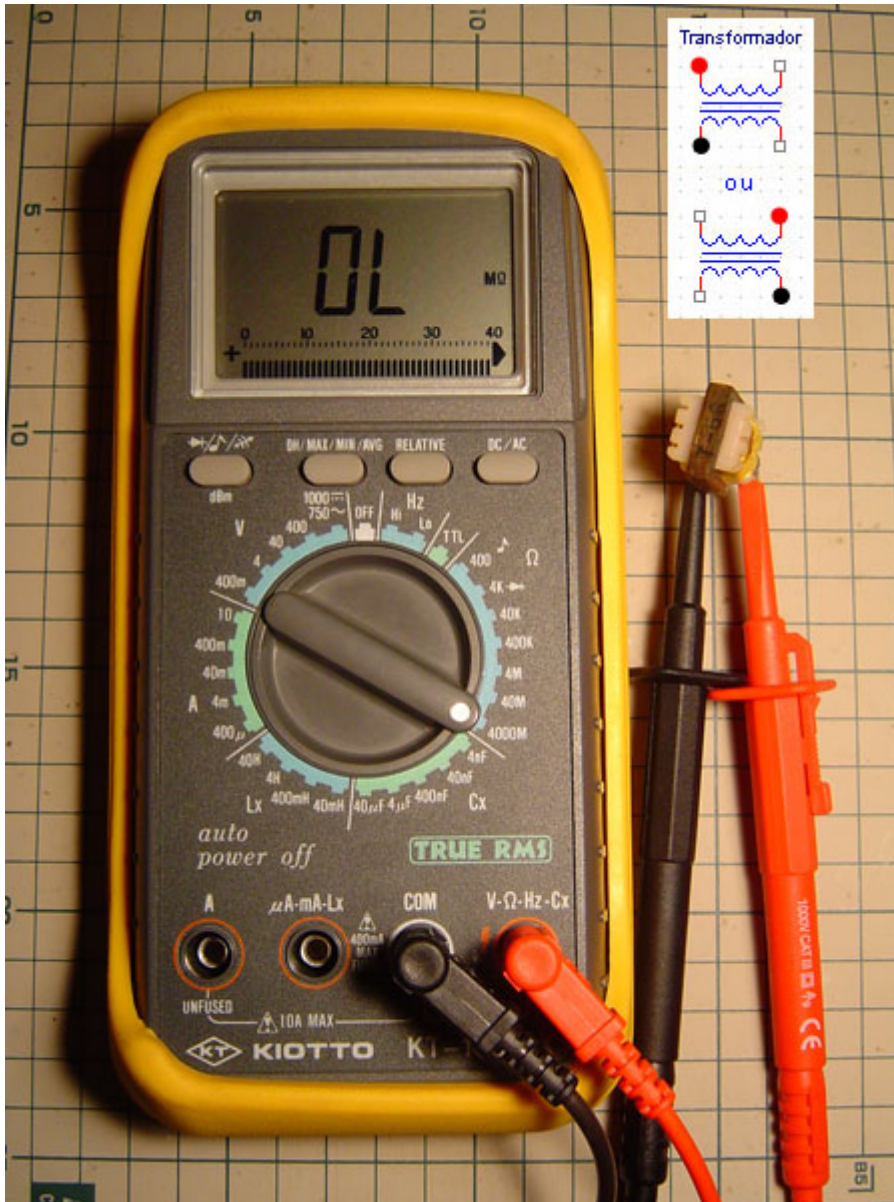
3.2.3 - Medição da indutância entre terminais de diferentes enrolamentos

Se tudo estiver bem com o transformador não deve aparecer qualquer valor de indutância mensurável entre terminais de diferentes enrolamentos, significando que não existem curto-circuitos, que dêem lugar à passagem directa de corrente entre esses enrolamentos.



3.2.4 - Medição da resistência entre terminais de diferentes enrolamentos

A medição da resistência, caso não se tenha acesso a um medidor de indutâncias, também pode servir para se ter uma ideia do estado de funcionamento de um transformador, embora naturalmente não se fique assim a saber o verdadeiro valor da indutância dos enrolamentos. Tal como as medições de indutância, se tudo estiver bem com o transformador, a resistência deve ser infinita (OL = overflow) entre terminais de diferentes enrolamentos, significando que não existem curto-circuitos, que dêem lugar à passagem directa de corrente entre esses enrolamentos.



No caso de se medir a resistência dos enrolamentos, em vez da sua indutância, os valores esperados deverão ser baixos.

A título de exemplo o enrolamento primário do transformador aqui usado tem 9,33mH de indutância e 0,8Ω de resistência, e o enrolamento secundário tem 231,9mH de indutância e 15,7Ω de resistência.

4 - Semicondutores

4.1 - Díodo (rectificador ou de sinal)

Os díodos são semicondutores polarizados, por isso têm uma orientação correcta, sendo que conduzem a corrente eléctrica no sentido do ânodo (**A** ou **+**) para o cátodo (**K** ou **-**).

Para se verificar se um díodo está em bom estado de funcionamento, é necessário fazer 2 medições, uma com polarização directa e outra com polarização inversa.

4.1.1 - Polarização directa: Um díodo directamente polarizado conduz corrente eléctrica, e quando verificado com um multímetro, um díodo rectificador de silício tradicional apresenta aos seus terminais a tensão directa de polarização da ordem dos 0,6v (pode ser menos do que isto dependendo do tipo de díodo). Para fazer esta verificação deve ligar-se a ponta de prova vermelha do multímetro ao ânodo (+) do díodo, e a preta ao cátodo (-). O cátodo do díodo está assinalado com uma risca. Se o multímetro não apresentar um valor da ordem dos 0,6v, e mostrar uma indicação de overflow, significa que o díodo está em aberto, incapaz de conduzir corrente eléctrica.



4.1.2 - Polarização inversa (diodo): Um diodo inversamente polarizado não conduz corrente eléctrica. Para se fazer esta verificação, liga-se a ponta de prova preta ao ânodo (+) do diodo e a preta ao cátodo (-), devendo o multímetro apresentar a indicação de overflow, indicando que não há condução de corrente eléctrica através do diodo em teste. Se acontecer que o multímetro mostre qualquer valor, este estará danificado. Se mostrar 0v, está em curto-circuito, pois isso significa que não há queda de tensão aos terminais do diodo, com passagem directa de corrente.



4.2 - Díodo LED (Díodo Emissor de Luz)

Um LED é um díodo especial, pois emite luz, mas ainda assim um díodo e por isso o que foi dito anteriormente para os díodos em geral continua a ser válido para os LEDs. A polarização do LED normalmente é sinalizada por um corte recto no LED (visto de cima, o LED não é completamente redondo, tem antes o aspecto de um **D**, devido ao corte que indica o terminal do cátodo, tal como a risca o sinaliza nos díodos comuns).

4.2.1 - Polarização directa: Para testar um LED directamente polarizado, liga-se a ponta de prova vermelha ao ânodo (+) e a preta ao cátodo (-). O LED directamente polarizado deve apresentar um brilho muito ligeiro, só perceptível num ambiente mal iluminado, pois a corrente de teste fornecida pelo multímetro é muito fraca. A tensão de polarização directa do LED é superior à dos díodos comuns e depende também do tipo de LED e até da cor deste. Na figura testa-se um LED vermelho tradicional de 5mm, que como se pode ver apresenta uma queda de tensão superior a 1,7v.



4.2.2 - Polarização inversa (LED): Tal como o díodo tradicional, o LED inversamente polarizado não conduz, por isso o multímetro deverá apresentar a indicação de overflow. O teste de polarização inversa deve ser feito com a ponta de prova vermelha ligada ao cátodo (-) do LED e a ponta de prova preta ligada ao ânodo (+). Qualquer outro valor apresentado que não seja o overflow, significa que o LED não se encontra em perfeito estado de funcionamento.



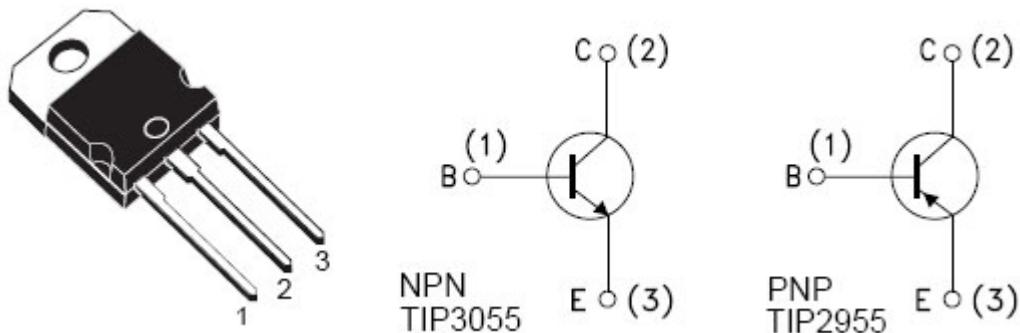
4.3 – BJT: Transístores de junção bipolares, NPN e PNP

Por uma questão de facilidade de visualização, para explicar e mostrar fotografias dos transístores a testar, vou usar transístores de potência com um capsulado um pouco maior que a grande maioria dos transístores comumente encontrados, mas cujas leituras das medições a efectuar são em tudo idênticas. Não importa por isso a dimensão do transístor em teste, apenas o seu tipo.

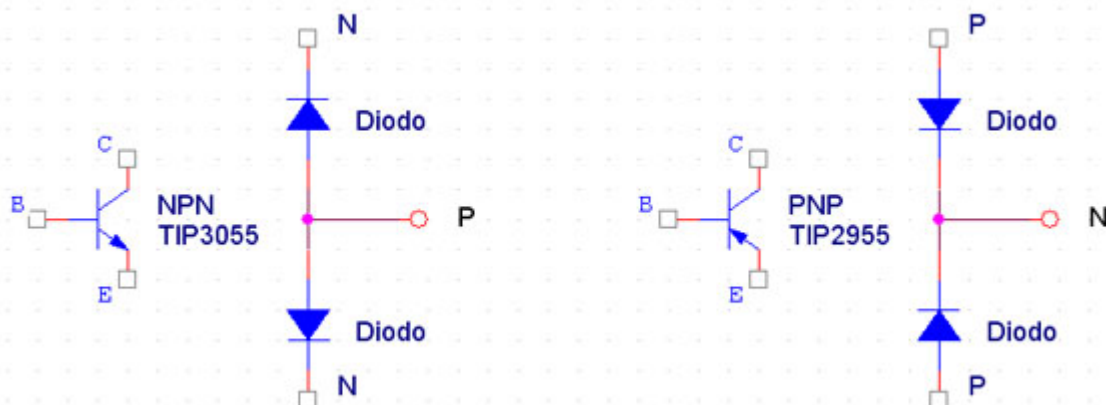
Para que se possam verificar os resultados das medições com um transístor em bom estado e avariado, apresentarei medições para ambos os casos.

Os transístores usados são TIP3055 – NPN e o TIP2955 – PNP (são transístores ditos complementares entre si, pois as suas características são em tudo idênticas excepto naturalmente pelo facto de um ser NPN e o outro PNP).

A imagem seguinte apresenta o desenho do capsulado, esquema interno, e a disposição dos terminais para cada um dos transístores:



Apenas para efeitos de verificação do correcto funcionamento de um transístor de junção, podemos pensar por exemplo num do tipo NPN como sendo equivalente a dois díodos unidos pelo ânodo (+) como mostra a figura seguinte, do lado esquerdo. Da mesma forma, podemos fazer o mesmo exercício de imaginação para um transístor do tipo PNP, mas onde os dois díodos do circuito equivalente são unidos pelo cátodo (-) para formar o terminal central ou BASE.



Assim, é de esperar que com um multímetro ligado para teste de díodos, ligando a ponta de prova vermelha na BASE de um transístor NPN, e a ponta de prova preta, alternadamente no EMISSOR e no COLECTOR, que seja mostrado um valor correspondente á condução de corrente através desses terminais. Com as pontas de prova ligadas de forma inversa, o resultado deve ser “overflow” pois o transístor NPN

em bom estado não deve conduzir nessas direcções, seja, do COLECTOR para a BASE e do EMISSOR para a BASE.

Naturalmente é de esperar o inverso para um transístor PNP. Deve haver condução do COLECTOR para a BASE e do EMISSOR para a BASE e no sentido inverso o transístor não conduzirá.

Poder-se-ia pensar que apenas este teste, com os resultados esperados, atestaria o bom funcionamento do transístor, mas tal não acontece. Testar apenas as junções como se de dois díodos se tratasse não é garantia que tudo esteja bem com o transístor em teste.

O teste final depois de passados os anteriores, é medir a resistência entre o EMISSOR e o COLECTOR, que deve apresentar um circuito aberto (ou overflow, ou por outras palavras, resistência infinita). Se for mostrado um valor de resistência mensurável, ou mesmo um valor baixo, significa que há pelo menos alguma condução directa entre COLECTOR – EMISSOR, e por isso o transístor não estará em boas condições de funcionamento. Isto pode acontecer mesmo que as medições das junções tenham apresentado os resultados esperados.

A medição de resistência no caso de um transístor NPN deve ser feita com a ponta de prova vermelha ligada ao COLECTOR e a preta ao EMISSOR, para que se verifique se há lugar a condução nesse sentido. Mesmo que o transístor esteja avariado, se a medição for feita ao contrário apresenta sempre um valor infinito.

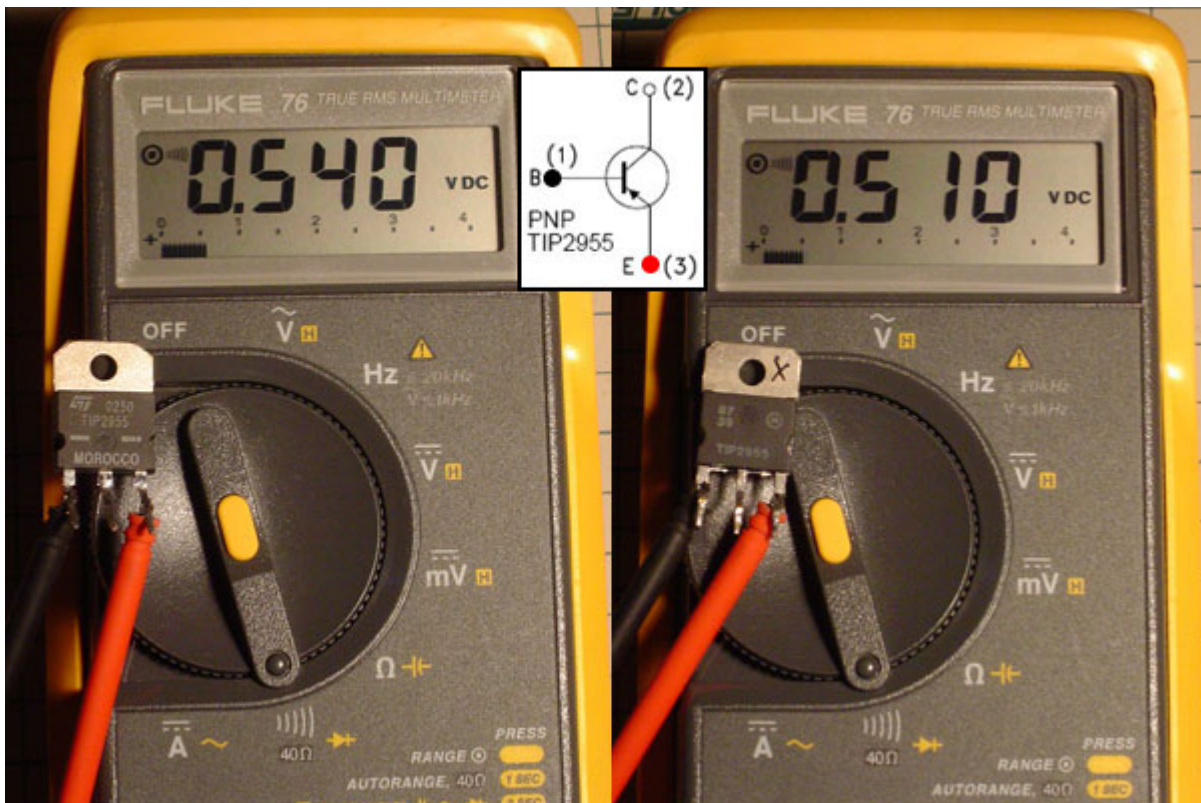
No caso de um transístor PNP, a medição deve ser feita com a ponta de prova vermelha ligada ao EMISSOR e a preta ao COLECTOR.

Em caso de dúvida, podem fazer-se as medições de ambas as formas. Se o resultado das duas medições der um valor infinito, então por aí estará tudo OK, mas se um deles apresentar um valor mensurável, então o transístor não está em bom estado.

As fotos dos testes, apresentam do lado esquerdo o transístor em bom estado de funcionamento e do lado direito o transístor em mau estado, marcado com uma cruz a preto. Durante os testes de polarização das junções, ambos apresentam os resultados esperados, mas no teste de medição da resistência EMISSOR – COLECTOR, é que o mau estado do que está marcado como uma cruz, se revela.

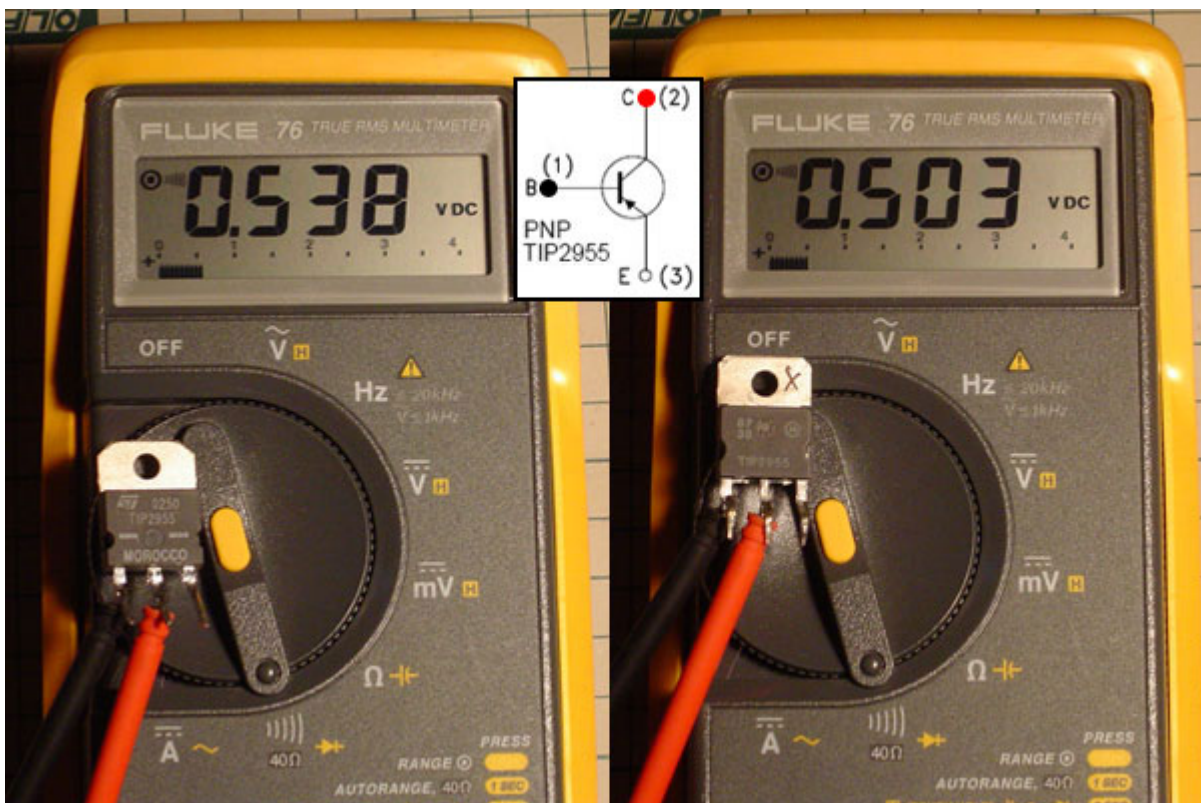
4.3.1 - PNP-TIP2955; polarização directa EMISSOR – BASE

Pode verificar-se que ambos os transístores conduzem no sentido EMISSOR - BASE



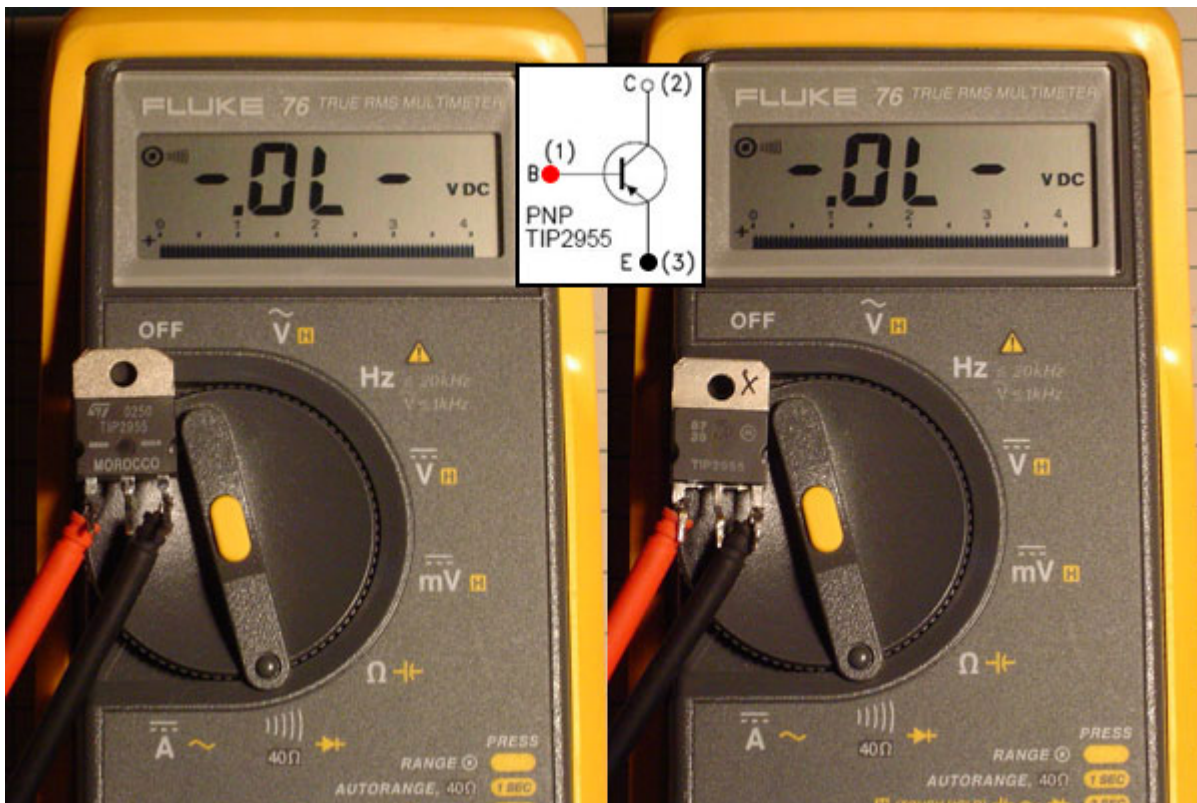
4.3.2 - PNP-TIP2955; polarização directa COLECTOR – BASE

Pode verificar-se que ambos os transístores conduzem no sentido COLECTOR - BASE



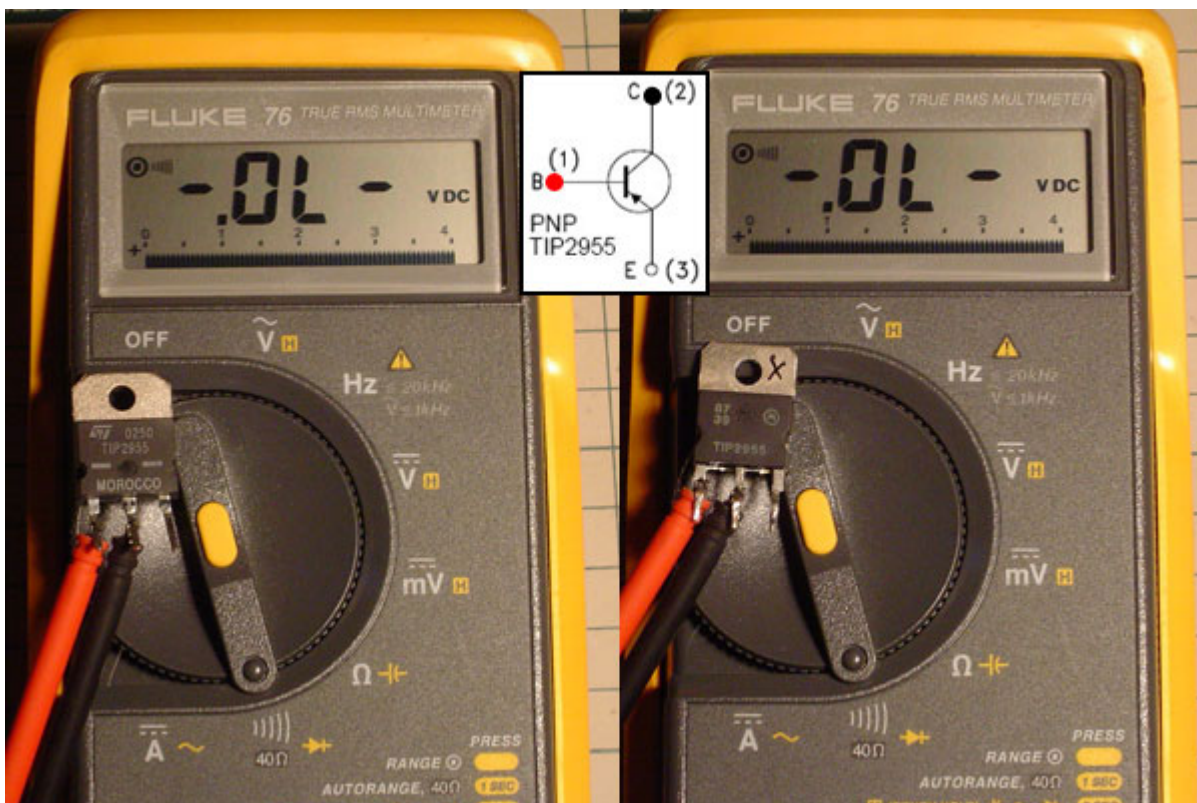
4.3.3 - PNP-TIP2955; polarização inversa BASE - EMISSOR

Ambos os transístores não conduzem no sentido BASE – EMISSOR



4.3.4 - PNP-TIP2955; polarização inversa BASE - COLECTOR

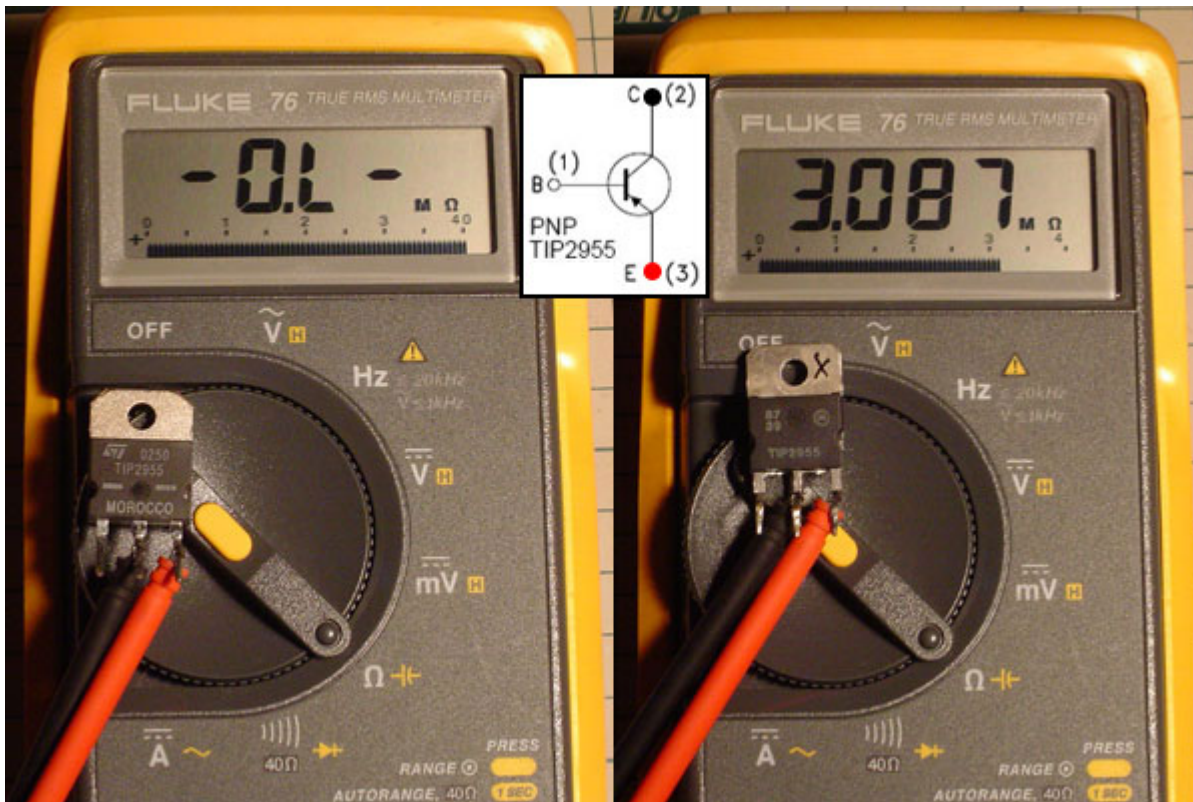
Ambos os transístores não conduzem no sentido BASE – COLECTOR



4.3.5 - PNP-TIP2955; medição da resistência EMISSOR – COLECTOR

Aqui é que se acaba por distinguir neste caso o bom e o mau funcionamento de cada um dos transístores.

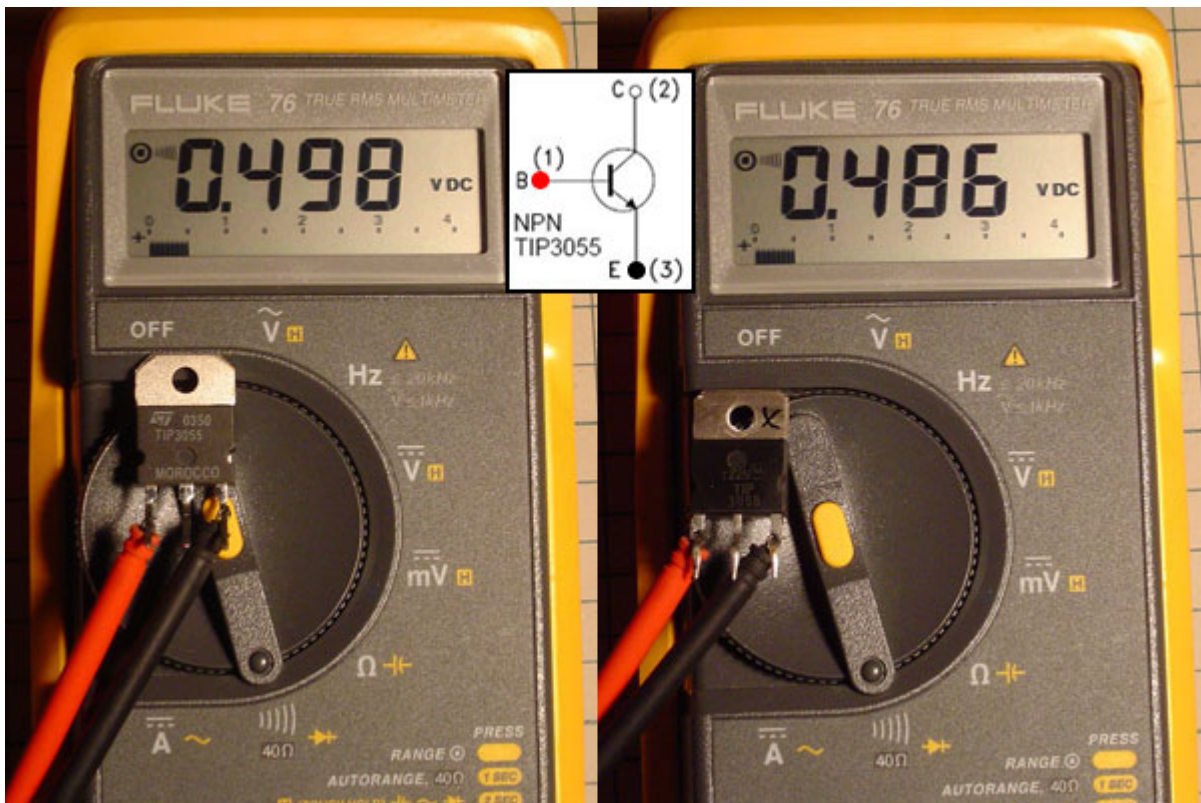
O transístor da esquerda apresenta uma resistência infinita (indicação de overflow no multímetro) e o da direita marcado com a cruz, apresenta uma resistência de 3,087M Ω o que implica que há lugar a passagem directa de corrente do EMISSOR para o COLECTOR, atestando o mau estado de funcionamento deste transístor.



Assim se verifica que apesar de cada uma das junções mostrar comportar-se como o esperado, isso só não basta para garantir que o transístor está funcional. Deve fazer-se a medição da resistência entre o EMISSOR e o COLECTOR.

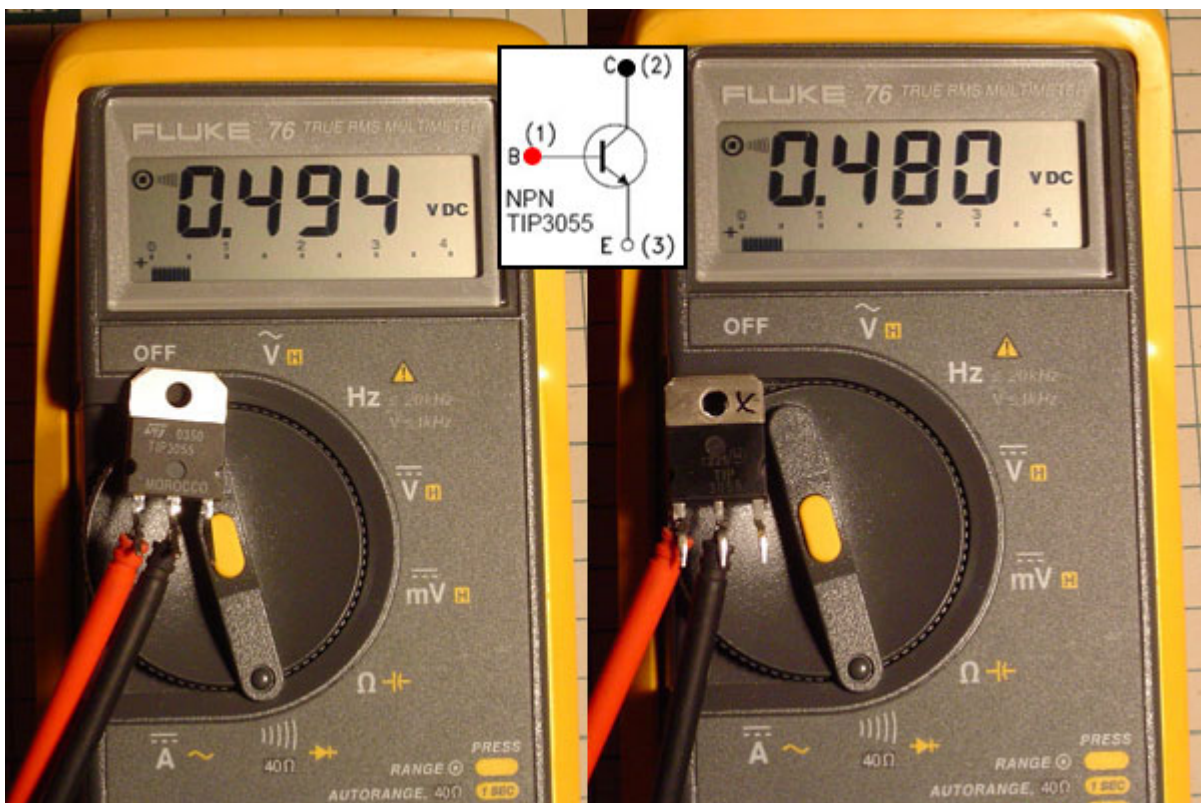
4.3.6 - NPN-TIP3055; polarização directa BASE - EMISSOR

Pode verificar-se que ambos os transístores conduzem no sentido BASE – EMISSOR



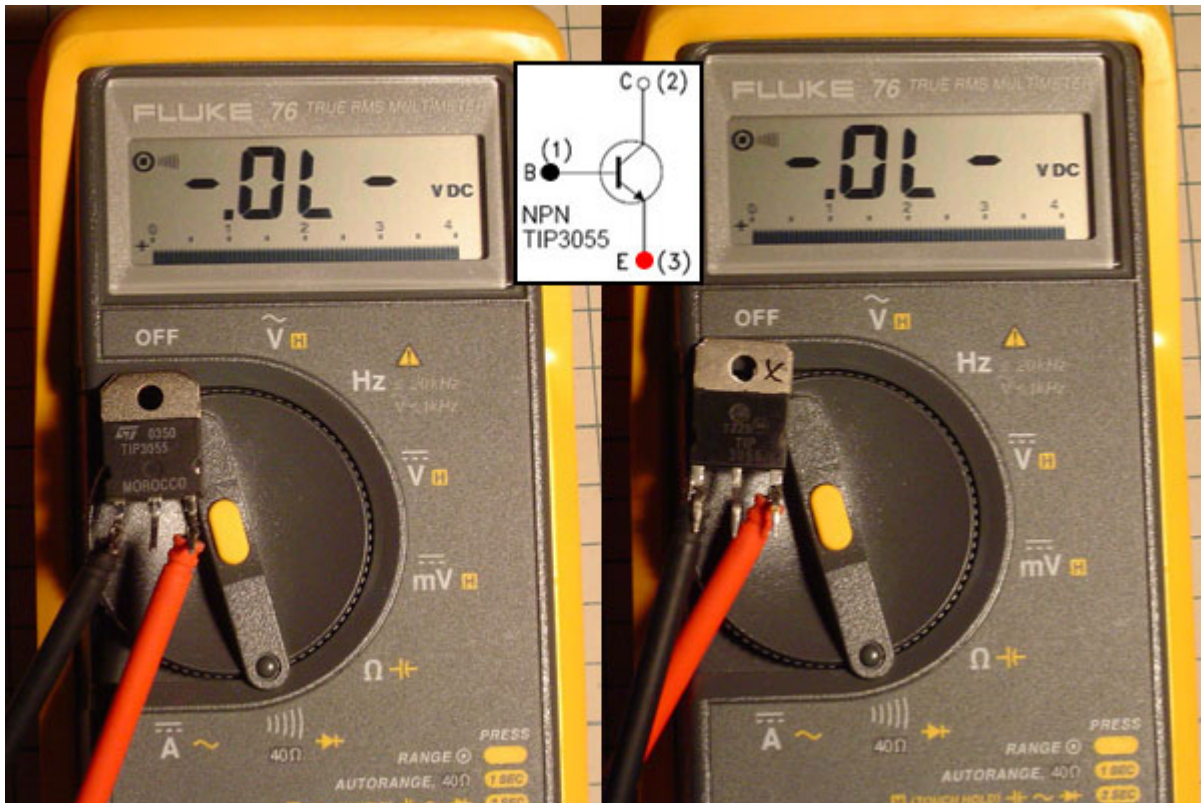
4.3.7 - NPN-TIP3055; polarização directa BASE - COLECTOR

Pode verificar-se que ambos os transístores conduzem no sentido BASE – COLECTOR



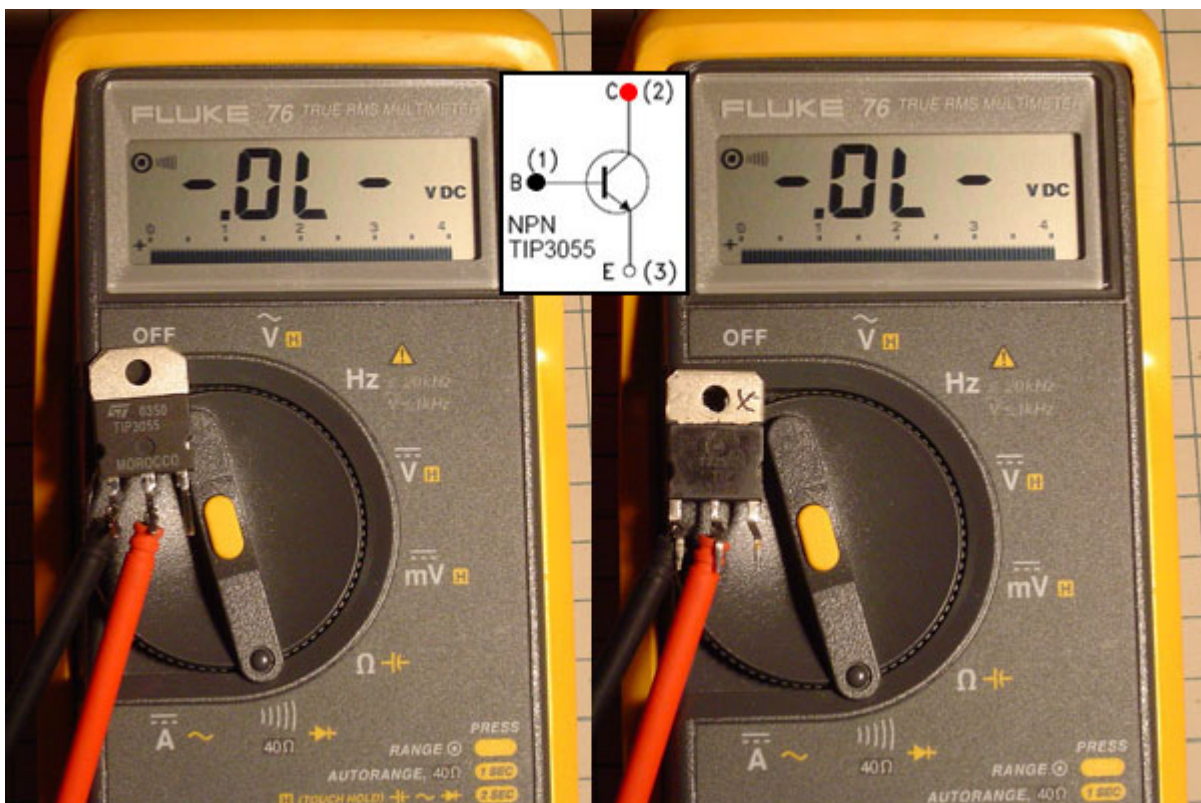
4.3.8 - NPN-TIP3055; polarização inversa EMISSOR - BASE

Ambos os transístores não conduzem no sentido EMISSOR – BASE



4.3.9 - NPN-TIP3055; polarização inversa COLECTOR - BASE

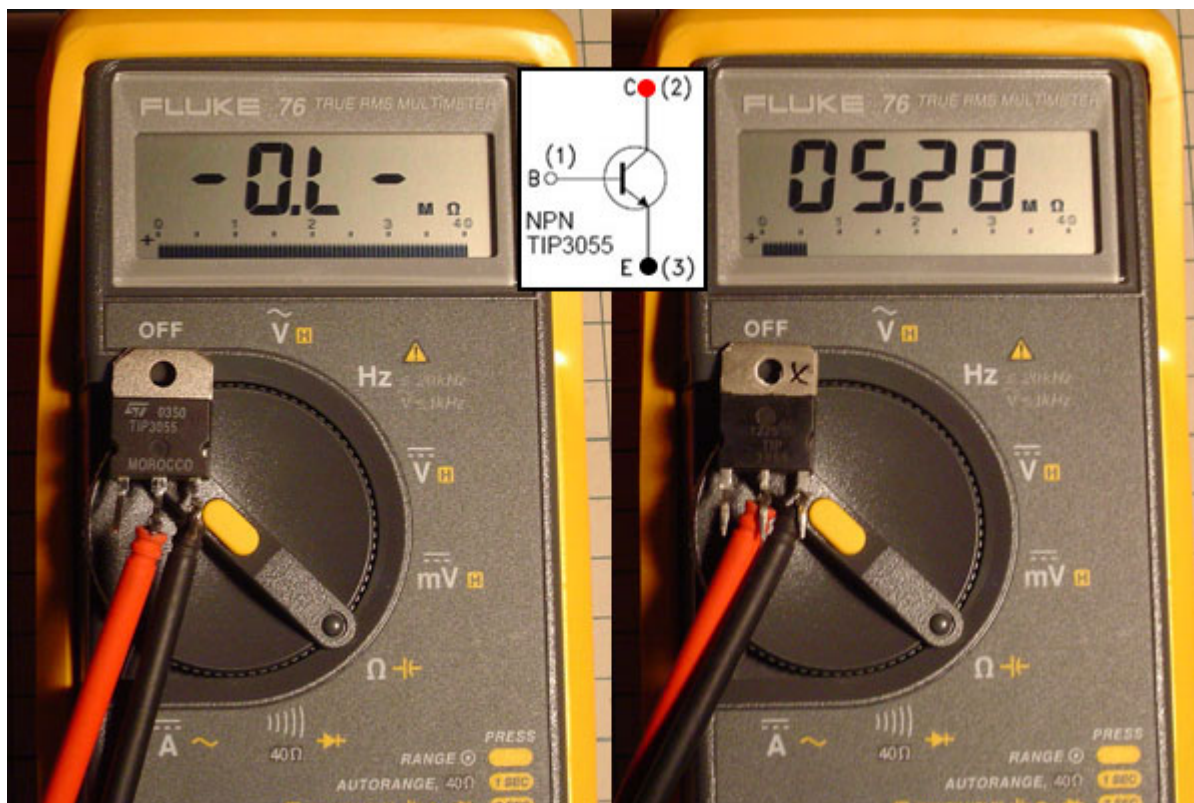
Ambos os transístores não conduzem no sentido COLECTOR – BASE



4.3.10 - NPN-TIP3055; medição da resistência EMISSOR – COLECTOR

Tal como no caso do transístor TIP2955, aqui se atesta o bom e o mau funcionamento de cada um dos transístores.

O transístor da esquerda apresenta uma resistência infinita (indicação de overflow no multímetro) e o da direita marcado com a cruz, apresenta uma resistência de 5,28M Ω o que implica que há lugar a passagem directa de corrente do COLECTOR para o EMISSOR, o que não acontece se o transístor estiver em bom estado.



NOTA FINAL: Se durante os testes a um transístor (NPN ou PNP conforme o caso), os resultados das medições forem diferentes para cada uma delas, dos apresentados nas fotografias aos testes ao transístor aqui mostrado do lado esquerdo das mesmas, então o transístor em teste não estará em boas condições de funcionamento.

4.3.11 - O BJT desconhecido.

Se tivermos uma ideia de que um qualquer transistor desconhecido é do tipo bipolar de junção (BJT), mas não soubermos se é do tipo PNP ou NPN, nem tão pouco a correspondência dos pinos EMISSOR, BASE e COLECTOR, o que se pode fazer é verificar como se comporta o mesmo quando medimos a polarização entre todos os seus 3 pinos, para tentar perceber qual corresponde ao quê.



Para tal vamos considerar a figura de um comum transistor e atribuir uma numeração a cada um dos seu pinos, digamos 1, 2 e 3, aos quais corresponderão o EMISSOR o COLECTOR e a BASE, mas não sabemos qual a sua ordem. Partindo do esquema equivalente de um transistor BJT com uma montagem de 2 díodos em oposição, já mostrada anteriormente, pode perceber-se que testando todas as 6 combinações possíveis, se o transistor estiver em boas condições, apenas em duas situações obteremos uma leitura de polarização directa, que corresponderá á polarização das junções BASE-EMISSOR e BASE-COLECTOR num transistor NPN, e as junções EMISSOR-BASE e COLECTOR-BASE no caso de um transistor PNP.

As combinações das 6 medições possíveis a fazer, aparecem nas tabelas que se seguem.

Das duas medições que apresentem a polarização directa das junções, verificando qual era o pino comum a ambas, temos a BASE do transistor encontrada. Esse resultado também nos dá logo uma indicação sobre que tipo de transistor temos em teste, pois se o pino comum tiver tido ligado a ele a ponta de prova vermelha (+) do multímetro, a base é do tipo P, ou seja, o transistor é NPN. Por outro lado se a ponta de prova tiver sido a preta (-), a BASE é do tipo N, e por isso o transistor será um PNP.

Para exemplificar, veja-se o primeiro teste apresentado para um transistor que se concluiu ser do tipo NPN, com a ordem de pinos 123=CBE.







As junções polarizadas directamente foram encontradas quando:







- 1º) Ponta de prova vermelha ligada no pino 2 e preta no pino 1.
- 2º) Ponta de prova vermelha ligada no pino 2 e preta no pino 3.

Temos o pino comum 2, á qual em ambos os casos estava ligada a ponta de prova vermelha. Portanto a BASE é o pino 2, e é do tipo P, o que significa que estamos perante um transistor NPN.

Falta contudo perceber qual das duas junções é a BASE-EMISSOR e a BASE-COLECTOR.

Como o EMISSOR de um transistor é fortemente dopado, em contraste com o COLECTOR, e a área do COLECTOR é muito superior á do EMISSOR, tipicamente a junção BASE-EMISSOR apresenta uma maior tensão de polarização directa em relação á junção BASE-COLECTOR. Assim, dos dois valores observados para as junções polarizadas directamente, aquele que for maior, contém o EMISSOR, e por conseguinte a junção de menor valor observado contém o colector. Entre todas as medições que fiz a diversos transistores, nunca obtive valores iguais para tensão de polarização das duas junções, mas cheguei a registar diferenças tão pequenas quanto 0,001v, o que ainda assim deu para descobrir qual junção era qual. Claro que os testes foram feitos com transistores por mim conhecidos, e dos quais possuía o datasheet, para atestar a veracidade dos resultados obtidos. É evidente que na posse do datasheet de um transistor conhecido, estes testes não têm motivo para serem realizados, e por outro lado só são válidos se tivermos alguma garantia de se tratar de um transistor do tipo BJT, pois caso contrário estes testes perdem a validade.

	PONTAS DE PROVA		NPN					
	Vermelha (+)	Preta (-)	123=CBE	123=EBC	123=BCE	123=CEB	123=ECB	123=BEC
	1	2	OL	OL	0,6	OL	0,7	OL
	2	1	0,6	0,7	OL	OL	OL	OL
	2	3	0,7	0,6	OL	OL	OL	OL
	3	2	OL	OL	OL	0,7	OL	0,6
	1	3	OL	OL	0,7	OL	0,6	OL
	3	1	OL	OL	OL	0,6	OL	0,7

	PONTAS DE PROVA		PNP					
	Vermelha (+)	Preta (-)	123=CBE	123=EBC	123=BCE	123=CEB	123=ECB	123=BEC
	1	2	0,6	0,7	OL	OL	OL	OL
	2	1	OL	OL	0,6	OL	0,7	OL
	2	3	OL	OL	OL	0,7	OL	0,6
	3	2	0,7	0,6	OL	OL	OL	OL
	1	3	OL	OL	OL	0,6	0,6	0,7
	3	1	OL	OL	0,7	OL	OL	OL

NOTA: Os valores 0,6 e 0,7 são meramente indicativos, representando tensões de polarização diferentes, servindo para indicar nos testes onde encontra a junção BASE-EMISSOR (valor associado de 0,7v) e a junção BASE-COLECTOR (cujo valor associado é 0,6v).

Como foi referido anteriormente, estes valores podem ter diferenças muito menores do que aquelas aqui representadas.