

## MEDIDOR DE ESR

Vamos falar de ESR de uma forma simples e prática usando como referência os capacitores eletrolíticos, pois a maioria dos medidores comerciais começam a medir capacitores a partir de 0,1uF. Mas a ESR existe para todos os capacitores.

Voce já deve ter visto ou escutado alguém falar que tem um medidor de ESR e que este equipamento é ótimo para testar capacitores, inclusive na própria placa. Talvez você já tenha até usado algum, mas o que é ESR e o que este medidor faz?

ESR é a resistência equivalente em série que todo capacitor tem. Imagine um capacitor eletrolítico junto com um resistor em série, é basicamente isto.

Além da ESR todo capacitor tem uma ESL, que é a indutância equivalente em série, para visualizar melhor imagine um capacitor eletrolítico em série com um indutor.

Um medidor de ESR, também mede, por tabela, a ESL, mas vamos deixar isto de lado um pouco e nos concentrar na ESR.

Todo capacitor tem uma ESR, quanto menor está ESR melhor é este capacitor, de uma forma bem simplória, podemos dizer que capacitores de temperatura de 105 graus tem uma ESR menor do que capacitores de temperatura de 85 graus.

Imagine um capacitor fazendo a função de filtro, ele precisa se carregar e descarregar buscando manter uma tensão e corrente o mais constante possível para a carga, correto? Agora coloque em série com este capacitor uma resistência em série, você perceberá, que independente do valor do resistor, a carga e descarga do capacitor ficarão mais lenta. Se este resistor tiver um valor relativamente alta ele praticamente impedirá o capacitor de se carregar e descarregar de uma forma correta e a tensão com ripple que ele corrigia deixará de ser corrigida e este ripple aparecerá sobre a carga. Imagine agora um capacitor de acoplamento, que oferece uma  $X_C$  de 100ohms para um determinado sinal passar. Se a ESR dele chegar a ter um valor de 100 ohms à resistência que o sinal sofrerá para passar por ele não será mais de 100 ohms da  $X_C$ , mas sim a soma da  $X_C$  com a ESR. Isto faz com que o sinal AC que passa por ele seja mais atenuado e consequentemente o funcionamento do circuito onde ele está começará a apresentar algum problema ou deterioração no seu funcionamento. Com o tempo de uso e as condições de trabalho de um capacitor (quanto mais alta a temperatura no ambiente de trabalho dele pior) a ESR vai se alterando para mais, e isto faz com que todo um projeto, que leva em consideração seu tempo de carga e descarga, sua  $X_C$ , seu valor, pare de funcionar corretamente.

Este problema é muito comum em capacitores de filtro de fontes chaveadas e sempre que você for consertar uma fonte chaveada use capacitores de 105 graus.

Daí você me pergunta: Mas eu não consigo testar capacitores com um capacitímetro? E eu lhe respondo: Nem sempre.

Um capacitímetro, para medir o valor da capacidade, leva em consideração o tempo de carga e descarga do capacitor e muitas vezes a ESR só alterou um pouco e o capacitímetro não consegue perceber. Na prática encontramos muitos capacitores que indicam seus valores corretos no capacitímetro mas apresentam defeito ou alta ESR se medidos com um medidor de ESR.

Mas qual o valor máximo de ESR que um capacitor pode ter?

Este valor dependerá do tipo de capacitor, de sua temperatura máxima de trabalho, de seu valor e de sua tensão de isolação (entram outros fatores, mas isto já está bom), mas podemos dizer que um capacitor com uma ESR de mais de 25 ohms já está bichado ou ruim e um capacitor com uma ESR de 100 ohms está muito ruim. Como regra eu diria que: um capacitor com mais de 25 ohms, com toda certeza, deve ser trocado.

Podemos descobrir saber se a ESR de um capacitor está alta com uma ponte RCL, medindo a capacidade e vendo o Q do capacitor, mas isto dá mais trabalho. Para facilitar as coisas existe o medidor de ESR, já existem de diversas marcas, analógicos e digitais e de preços variados (em breve eu terei um à venda ou, se der na telha, coloco o esquema dele na página de circuitos e daí você monta).

Eu aconselho você que faz manutenção a comprar um medidor de ESR analógico, com ele você economizará muito tempo e trabalho pois poderá medir os capacitores no próprio circuito, mas também aconselho a usar o esquema do circuito, pois, se existir um resistor de valor abaixo de 100 ohms em paralelo com o capacitor a leitura poderá dar errada, daí você terá que retirar o capacitor e medi-lo sozinho, mas não era isto que você já fazia com um multímetro, na escala de ohms, ou com um capacímetro? E na prática pouquíssimas vezes foi necessário se retirar o capacitor.

Com um equipamento destes fica muito mais fácil se consertar fontes chaveadas, circuitos amplificadores e/ou processadores de áudio, circuitos de saída horizontal e vertical de TVs, entre outras coisas. Você verá que a relação custo-benefício é altamente compensadora e a quantidade de capacitores com defeitos que existem nos aparelhos.

Mas como usar um medidor de ESR analógico?

É fácil, normalmente ele tem diversas escalas em um galvanômetro, cada escala serve para a medição de capacitores de determinados valores, por exemplo:

Primeira escala: Usada para medição de capacitores entre 470uF a 1000uF.

Estas escalas, normalmente são divididas em três cores, uma para indicar que o capacitor está bom, outra para indicar que ele não está 100% e talvez seja ideal você conferir com um capacitor novo, e outra para indicar que o capacitor está ruim. Eu aconselho a você que, se na leitura o ponteiro parar na escala que indica que o capacitor não está 100%, você já o troque. É importante que você faça o ajuste de zero do medidor de ESR antes de usá-lo. Este ajuste é feito da mesma forma que a de um ohmímetro. Colocam-se as pontas em curto e se ajusta o zero.

Eu também aconselho você a usá-lo sempre na posição em que ele tem proteção contra tensão DC, isto é fundamental quando você mede os capacitores na placa e nem sempre todos estão perfeitamente descarregados.

Deu para perceber que você não precisa ficar sabendo, decorando ou lendo o valor em ohms da ESR, basta usar a escala certa para aquela faixa de valor, e ver em qual posição o ponteiro para.

Já que falamos de ohmímetro podemos dizer que um medidor de ESR é um ohmímetro capaz de medir AC.

Mas como funciona internamente um bicho destes?

Um medidor de ESR se consiste das seguintes partes básicas:

- um oscilador entre 50khz a 200khz
- um atenuado em PI ou uma ponte de wheatstone onde é colocado o capacitor a ser medido
- um amplificador para a frequência do oscilador
- um circuito detector, para gerar um nível DC.
- um galvanômetro
- uma fonte de alimentação.

O oscilador gera uma onda quadrada que será aplicada no capacitor a ser medido.

O atenuador em PI ou a ponte de wheatstone é onde será inserido o capacitor a ser medido (através das pontas de prova do aparelho).

O amplificador irá amplificar o nível gerado pelo oscilador que foi atenuado pelo capacitor.

O circuito detector gerará uma tensão DC corresponde a este nível.

E o galvanômetro indicará se o capacitor está bom ou não.

Se a ESR do capacitor for grande ele atenuará muito o sinal do oscilador e a tensão de saída será baixa, o ponteiro do galvanômetro se moverá pouco e indicará um capacitor ruim.

Se a ESR do capacitor for pequena ele atenuará pouco o sinal do oscilador e a tensão de saída será maior, o ponteiro do galvanômetro se moverá muito e indicará um capacitor bom.

Se você pretende se aventurar a montar um equipamento destes use uma rede atenuadora em PI, no seu projeto. Fica mais fácil e mais simples assim.

Existem, como já disse, diversos tipos de medidores de ESR, mas o básico da teoria, experimentada na prática, é esta.

[www.luizbertini.net/download.html](http://www.luizbertini.net/download.html)  
[www.luizbertini.net/circuitos.html](http://www.luizbertini.net/circuitos.html)  
[www.luizbertini.net/manutencao.html](http://www.luizbertini.net/manutencao.html)

Abraços e:

Santificfy Yourself