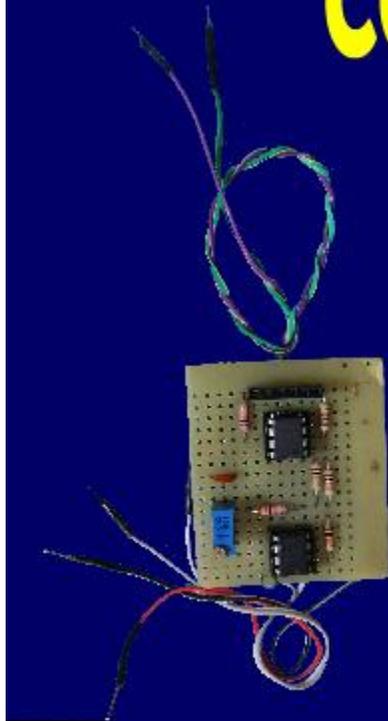


SERÁ QUE ESSE CIRCUITINHO FAZ A MESMA COISA QUE ESSA PONTE LCR?



Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



The image shows a screenshot of the website www.bairrospd.com. The website header includes the logo 'bairrospd' and the text 'BAIROS PROJETOS DIDÁTICOS E ELETRÔNICOS'. Below the header, there is a green banner with the text 'ESTUDE ELETRÔNICA NO SITE WWW.BAIROSPD.COM'. The main content area features a navigation menu with links for 'HOME', 'CIRCUITOS', 'BIBLIOTECA', 'TUTORIAIS', 'VOCÊ SABIA', and 'CONTATO'. A prominent yellow banner reads 'APRENDA A LER RESISTORES'. Below this, there is a cartoon illustration of a man in a white lab coat and a man in a blue shirt working with a large brown bag. To the right of the illustration, there is a search bar and a section titled 'Procure aqui:' with the text 'O QUE SIGNIFICA GASTAR ENERGIA ELÉTRICA: Uma questão de Potência.' At the bottom of the screenshot, there is a blue button that says 'AULAS OU ASSESSORIA COM O ENGENHEIRO E PROFESSOR ROBERTO BAIROS?' and a light blue button that says 'CLIQUE AQUI!'. Overlaid on the right side of the screenshot is large green text that reads 'VISITE O NOSSO SITE e CANAL YOUTUBE' followed by the website URL 'www.bairrospd.com' and the name 'Professor Bairros'.

www.bairrospd.com

https://www.youtube.com/channel/UC_ttfxnYdBh4IbiR9twtP

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ EM O PDF E MUITO MAIS.

PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE.

www.bairrospd.com

SUMÁRIO

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

Circuito para medir capacitor e indutor parte 1 A TEORIA	3
Medindo a capacitância.	4
A técnica para medir capacitância.	13
O método para medir a capacitância.	16
Medindo em alta frequência.	23
Medindo as indutâncias.	25
Conclusão:	27
Créditos	28

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

CIRCUITO PARA MEDIR CAPACITOR E INDUTOR (PARTE 1: A TEORIA)



Nesse tutorial eu vou mostrar a teoria para você construir o seu próprio instrumento para medir a capacitância e a indutância, um instrumento simples e muito mais barato que os comerciais e com precisão de medição melhor que a maioria dos instrumentos comerciais.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

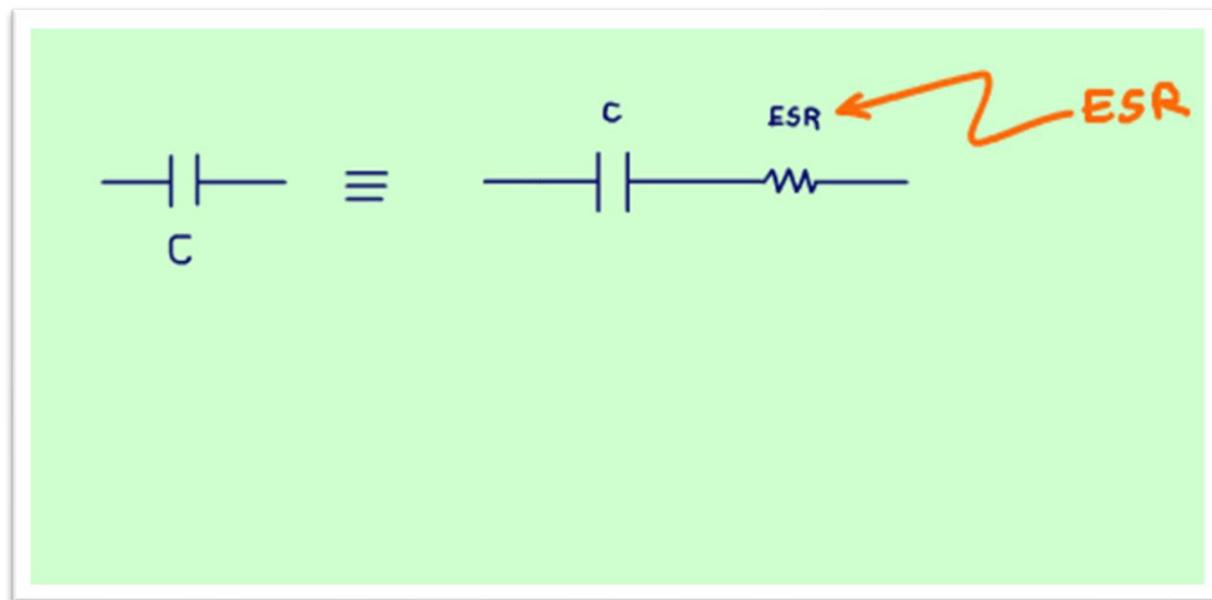
MEDINDO A CAPACITÂNCIA.



Vou começar mostrando como medir a capacitância.

A teoria começa olhando o capacitor por dentro, tirem as crianças da sala que eu vou despir o capacitor vou mostrar o capacitor por dentro.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



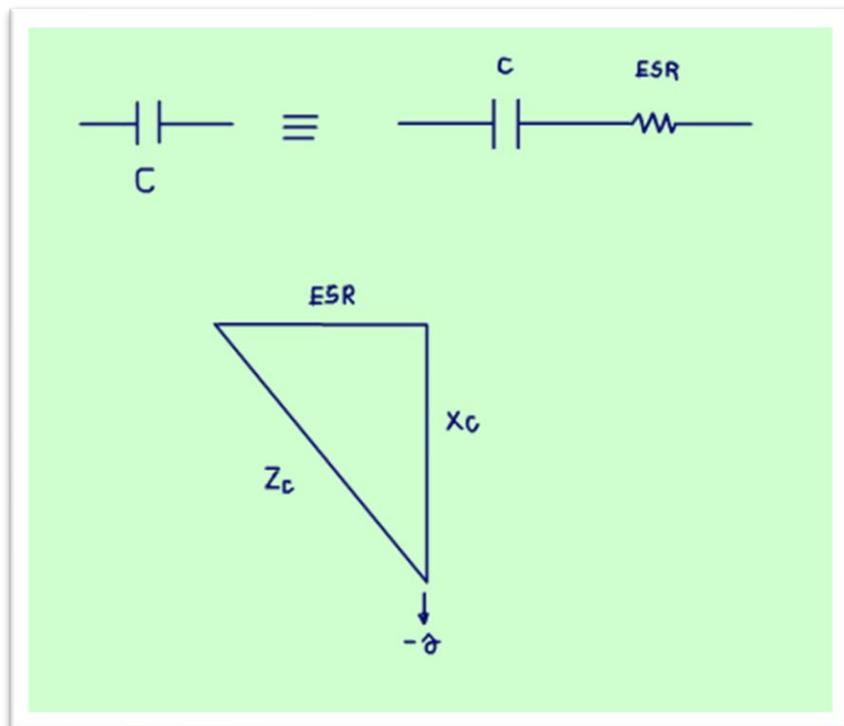
Veja o circuito equivalente de um capacitor real, olhando o capacitor por dentro.

O capacitor se comporta como uma resistência em série com um capacitor ideal.

Essa resistência representa as perdas elétricas do capacitor, e elas existem sim.

No capacitor essa resistência série é chamada de ESR, EQUIVALENTE SERIE RESISTANCE.

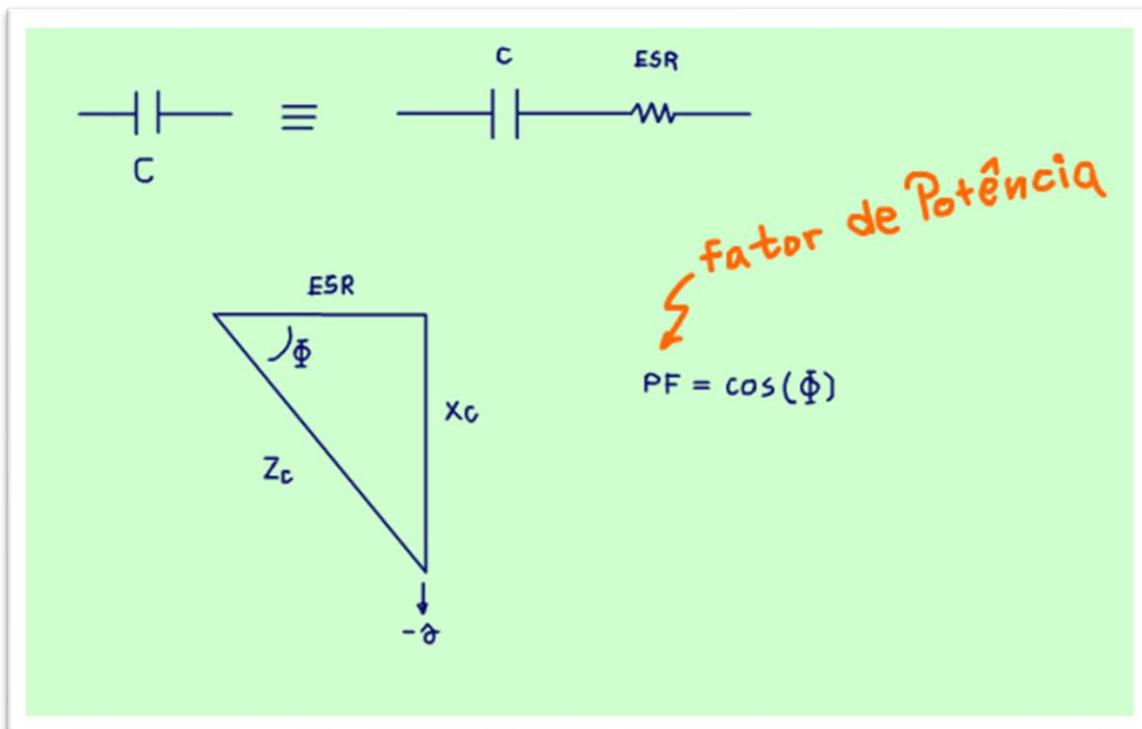
Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



O circuito do capacitor real em AC também pode ser representado pelo triângulo das impedâncias, um assunto que você está careca de ver aqui no canal do Professor Bairros.

Esse triângulo define alguns termos importantes usados pelos fabricantes de capacitores.

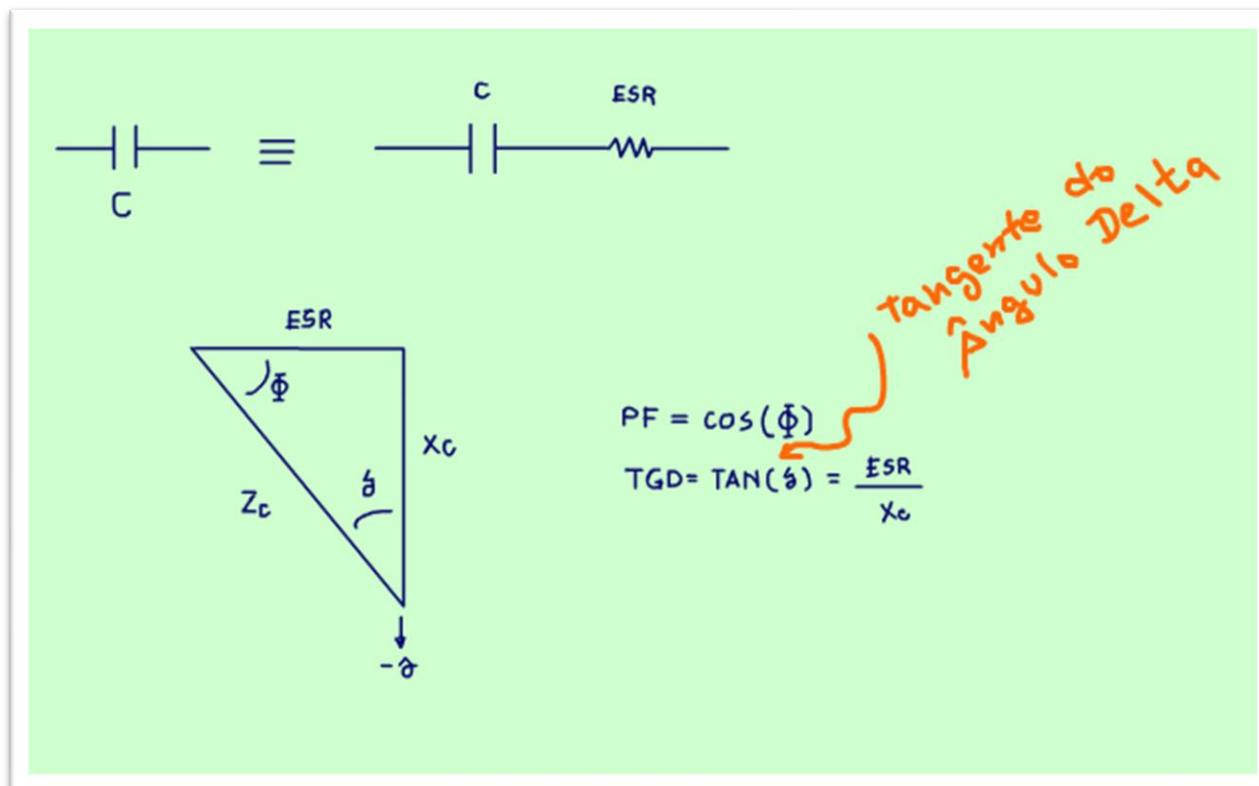
Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



No triângulo da impedância capacitiva o ângulo phi é o ângulo entre a impedância e a resistência ESR.

O cosseno do ângulo PHI é conhecido como fator de potência, mas é descrito por PF, do inglês power fator.

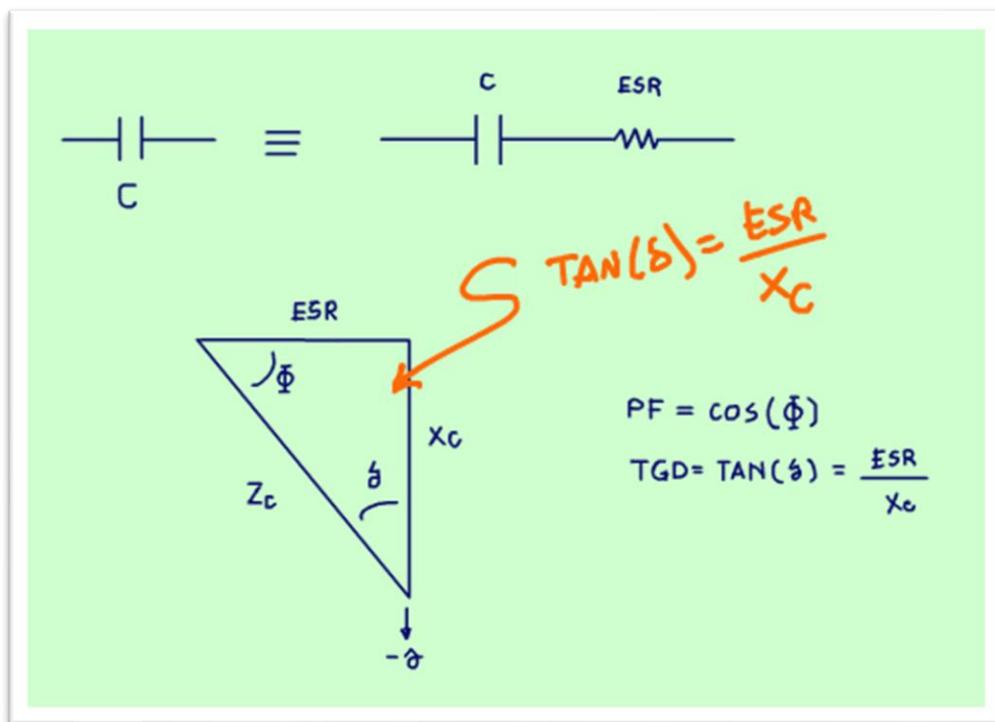
Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



Nos capacitores esse ângulo não é importante, então os fabricantes usam outra grandeza que relaciona a reatância e a resistência ESR, uma grandeza relacionada com o ângulo delta, é o ângulo entre a impedância e a reatância.

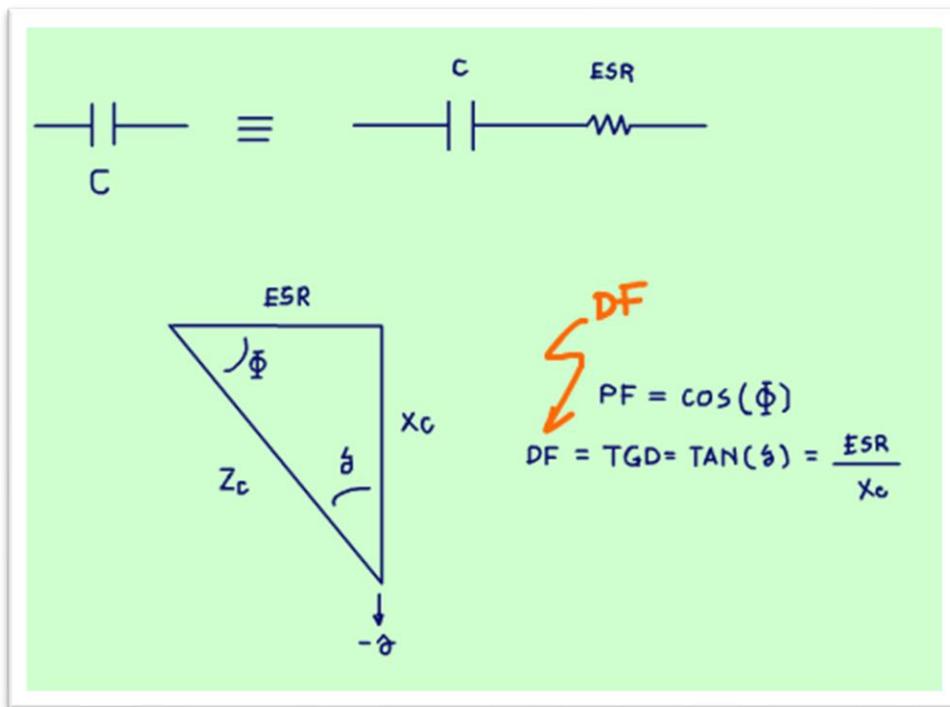
É o TGD, uma grandeza que descreve a relação entre a resistência ESR e a reatância capacitiva o TGD e significa tangente do ângulo delta.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



Se você recorda da trigonometria a tangente de um ângulo é o seno sobre o cosseno e no triângulo de Pitágoras é igual ao cateto oposto sobre o cateto adjacente, nesse triângulo a tangente do ângulo delta é igual a ESR sobre X_C .

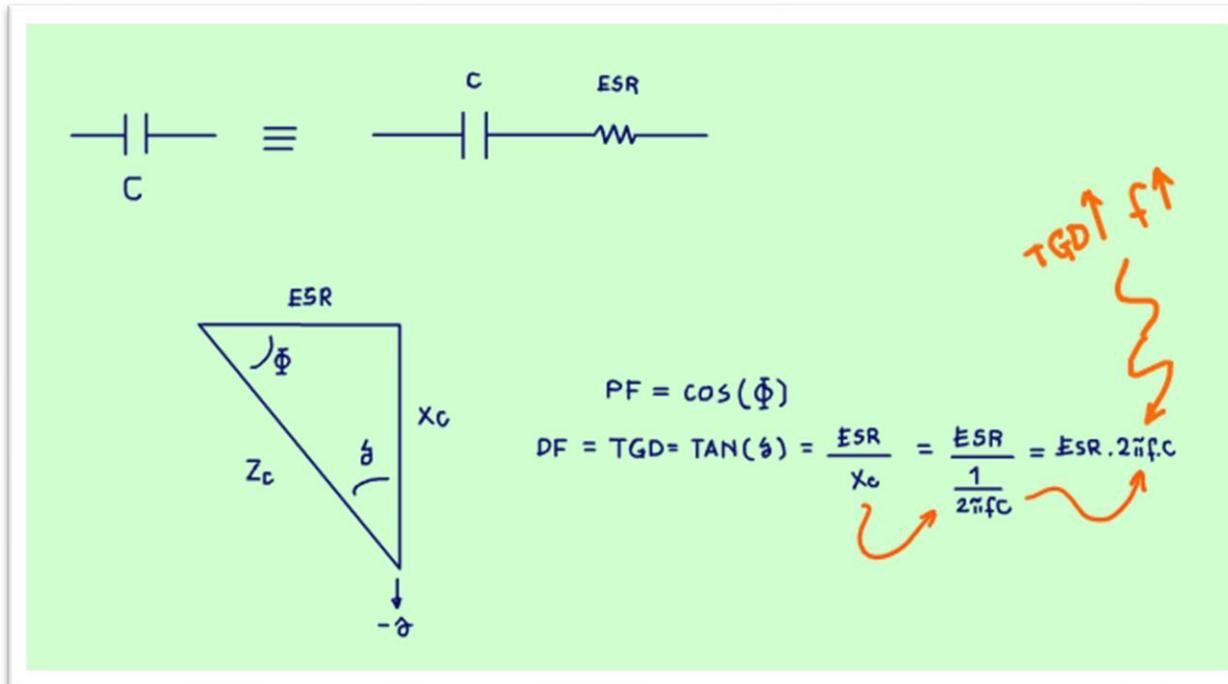
Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



Essa grandeza é descrita algumas vezes como DF, ou dielectric factor, essa grandeza é mais usada nas medições, ela é que aparece no display das pontes LCR.

Tanto o $\text{tg}\delta$ como o DF representam as perdas no capacitor, quanto menor esses valores menor as perdas.

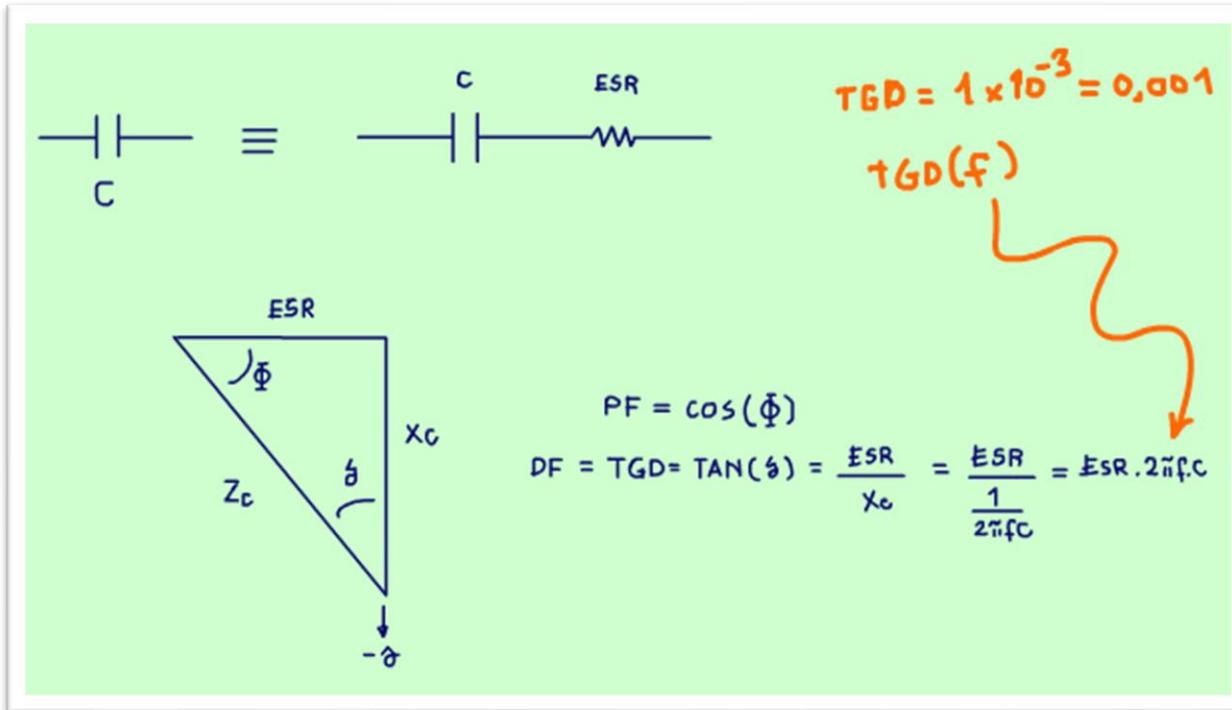
Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



Note que o tgd é função da frequência, é só substituir o x_c na equação e pronto o tgd é proporcional a frequência.

Então o capacitor tem mais perdas em altas frequências, por isso no retificar a 60Hz as perdas não são levadas em conta, mas, nas altas frequências usadas nos retificadores de fontes chaveadas as perdas são importantes, nesse caso o valor da resistência ESR é o mais usado nas oficinas para dizer se um capacitor é bom ou ruim para a fonte chaveada, mas na indústria é o TGD o mais usado.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

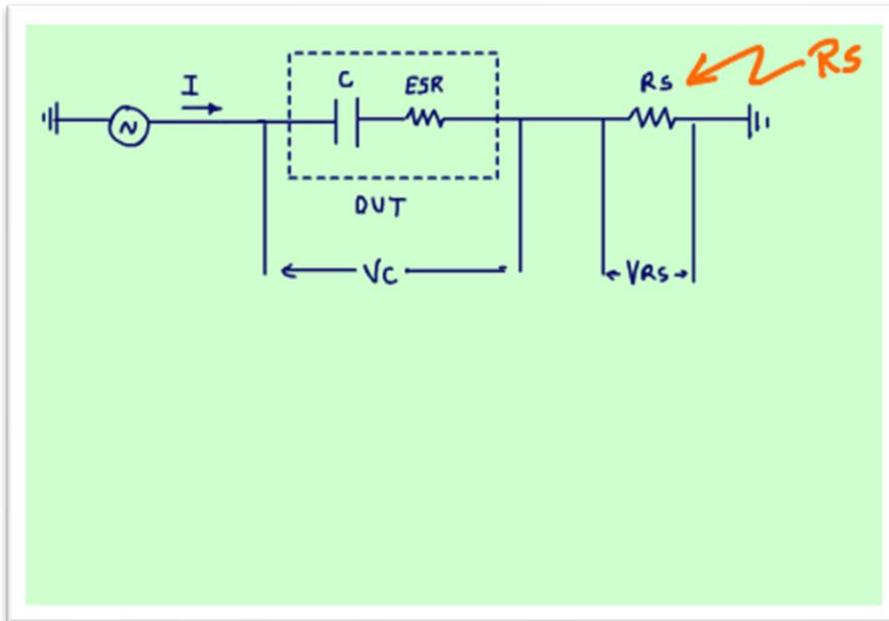


O valor típico do tgd de um capacitor de filme é de 1×10^{-3} , isso mesmo muito pequeno, $TGD=0,001$.

Mas observe um detalhe importante o TGD é função da frequência então tem que dizer o valor de tgd na frequência de teste, o padrão para capacitores de filme é 1KHZ e para capacitores eletrolíticos é 100Hz.

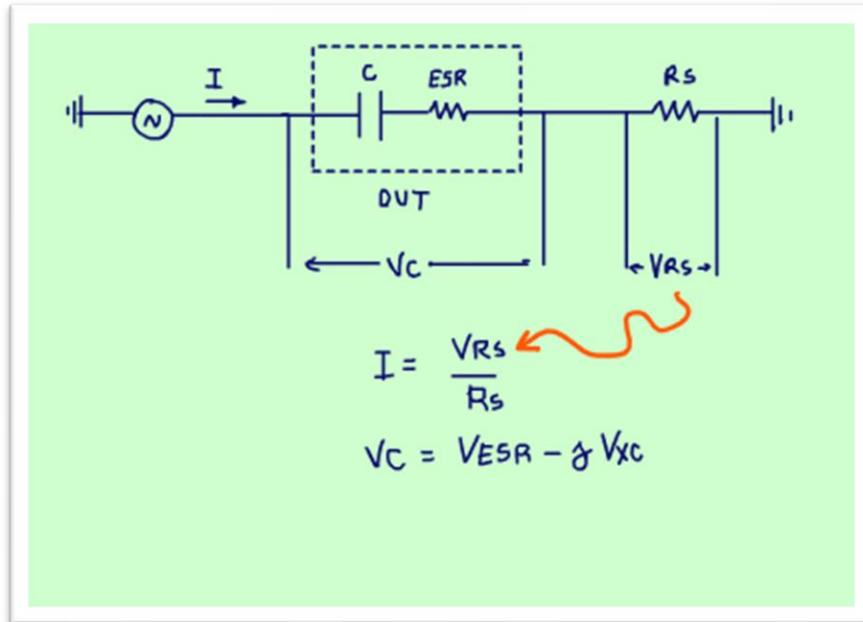
Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

A TÉCNICA PARA MEDIR CAPACITÂNCIA.



Agora vou falar da técnica usada para medir a capacitância, vou entregar o jogo. O circuito usado para medir a capacitância consiste de um simples circuito RC série, onde a resistência série é uma resistência conhecida.

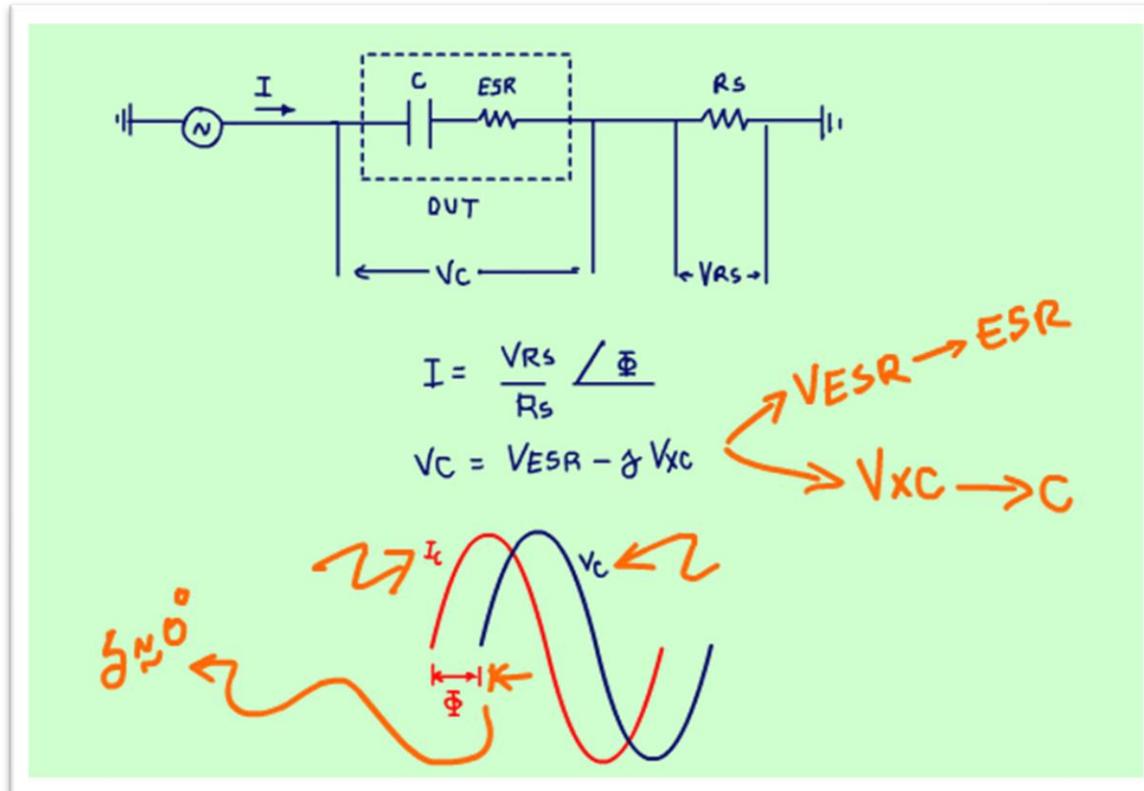
Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



Numa ponte sofisticada a resistência série é de altíssima precisão, o equipamento mede a tensão AC sobre essa resistência e assim consegue determinar a corrente no circuito.

Se a ponte medir a tensão sobre o capacitor com precisão, será possível determinar a capacitância e a resistência série usando trigonometria, mas tem um detalhe importante, se a ponte conseguir calcular a defasagem entre a corrente e a tensão no capacitor será possível determinar os ângulos phi e delta e tudo mais.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

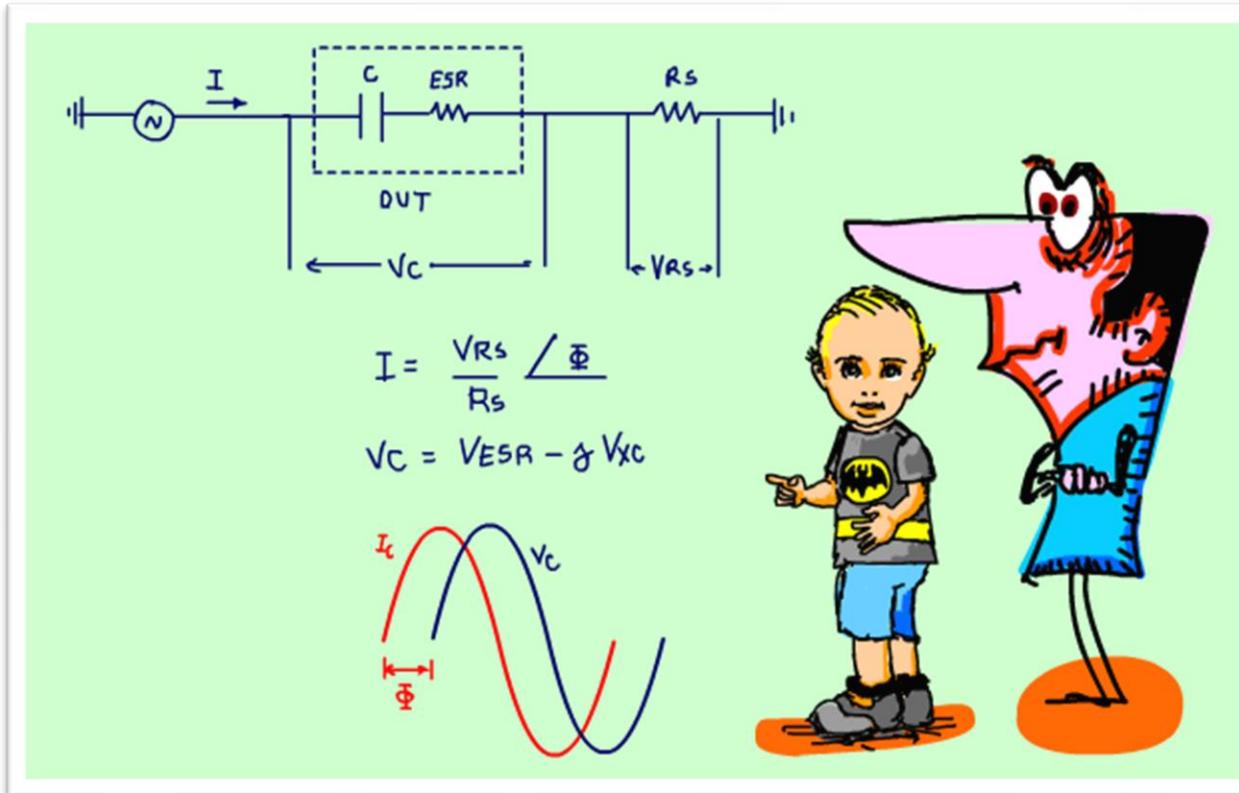


O grande problema é separar a componente real a resistência ESR, da componente imaginária a reatância capacitiva.

A Técnica usada nas pontes LCR mais caras e profissionais é a de medir a corrente no capacitor e a tensão, e então medir com precisão a defasagem, como a defasagem, o ângulo delta é muito pequeno, próximo de zero, essa é uma tarefa complicada, por isso as pontes LCR são tão caras.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

O MÉTODO PARA MEDIR A CAPACITÂNCIA.

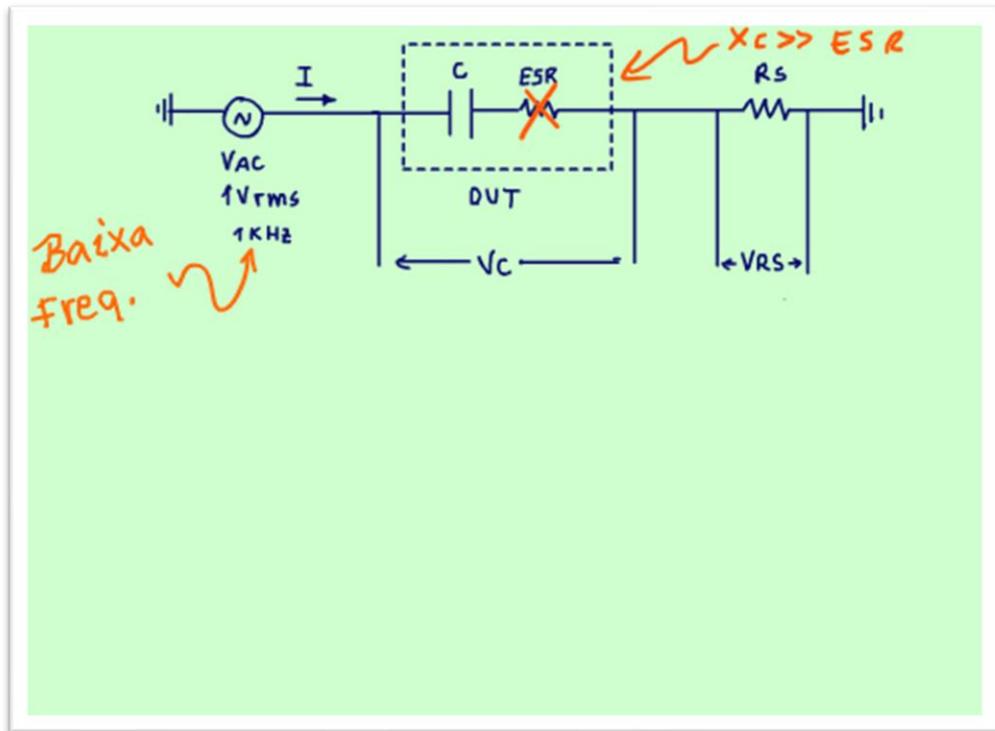


Mas tem outro jeito?

sim existe um outro método, os chineses vendedores de ponte LCR baratinhas de 2 mil vão querer a minha cabeça, mas, eu vou contar o segredo.

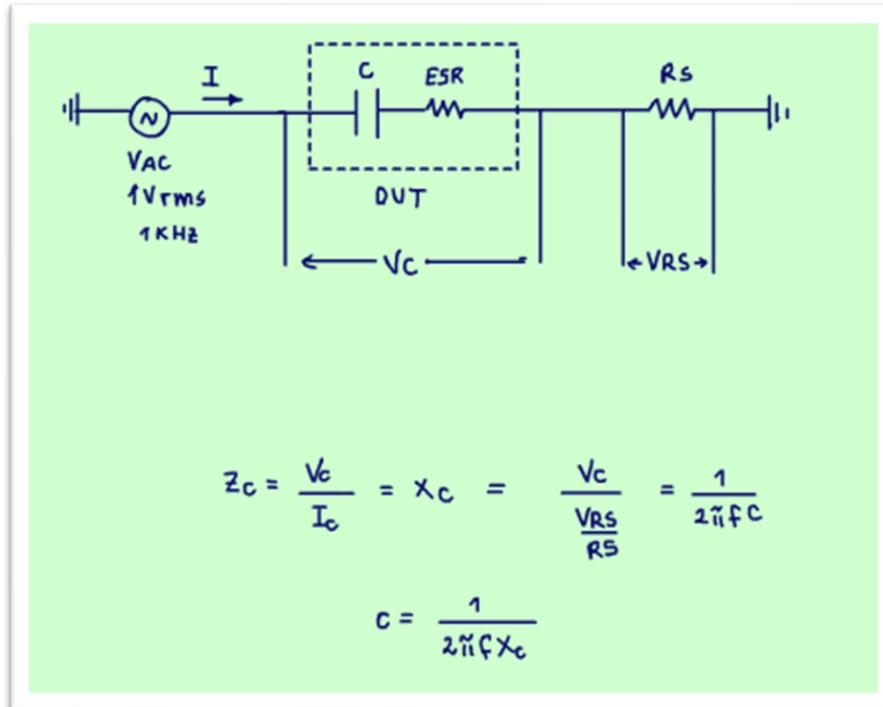
Nesse método eu meço a tensão no capacitor e na resistência série em duas frequências uma bem baixa e outra bem alta, esse é o pulo do gato.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



Em baixas frequências o fator de perda o TGD, o ESR é muito pequeno, no modelo equivalente eu vou desconsiderar o valor da resistência série ESR. Se eu medir a tensão no capacitor e a conhecer corrente eu posso avaliar o valor da capacitância.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

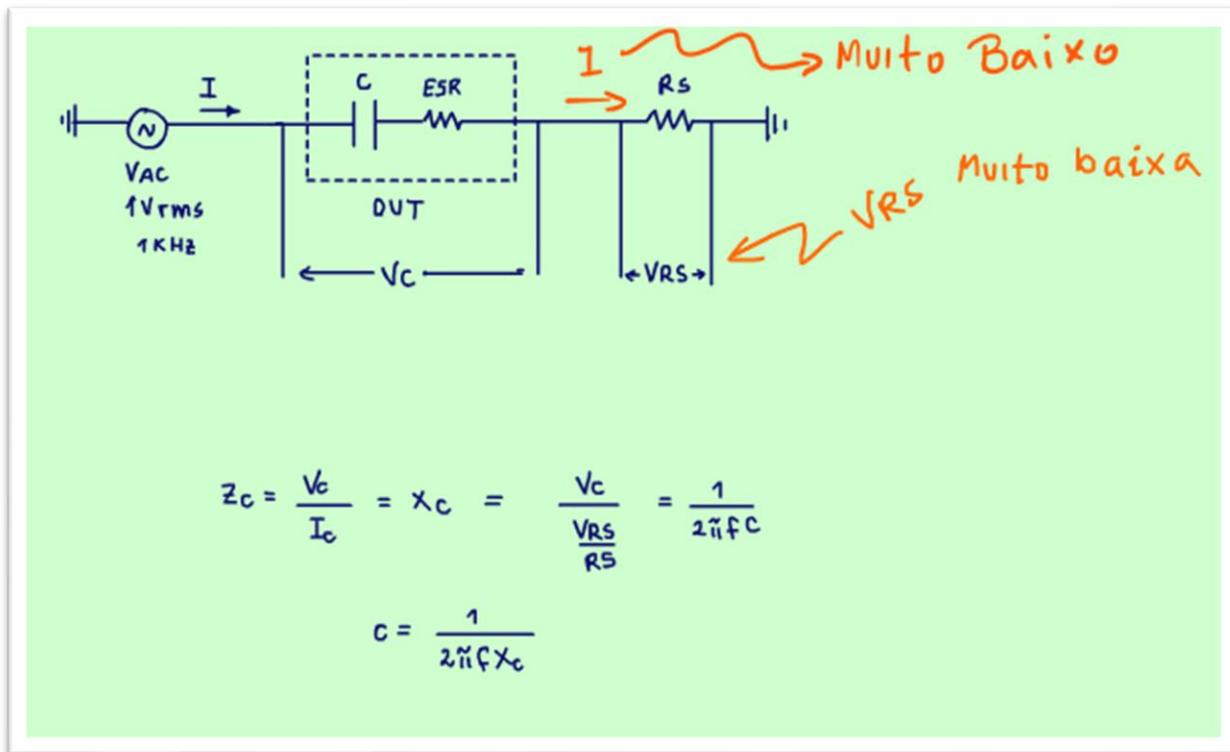


A reatância é igual a tensão no capacitor dividido pela corrente, e a corrente é a mesma que circula pela resistência!

Então o pulo do gato é medir a tensão sobre a resistência com grande precisão.

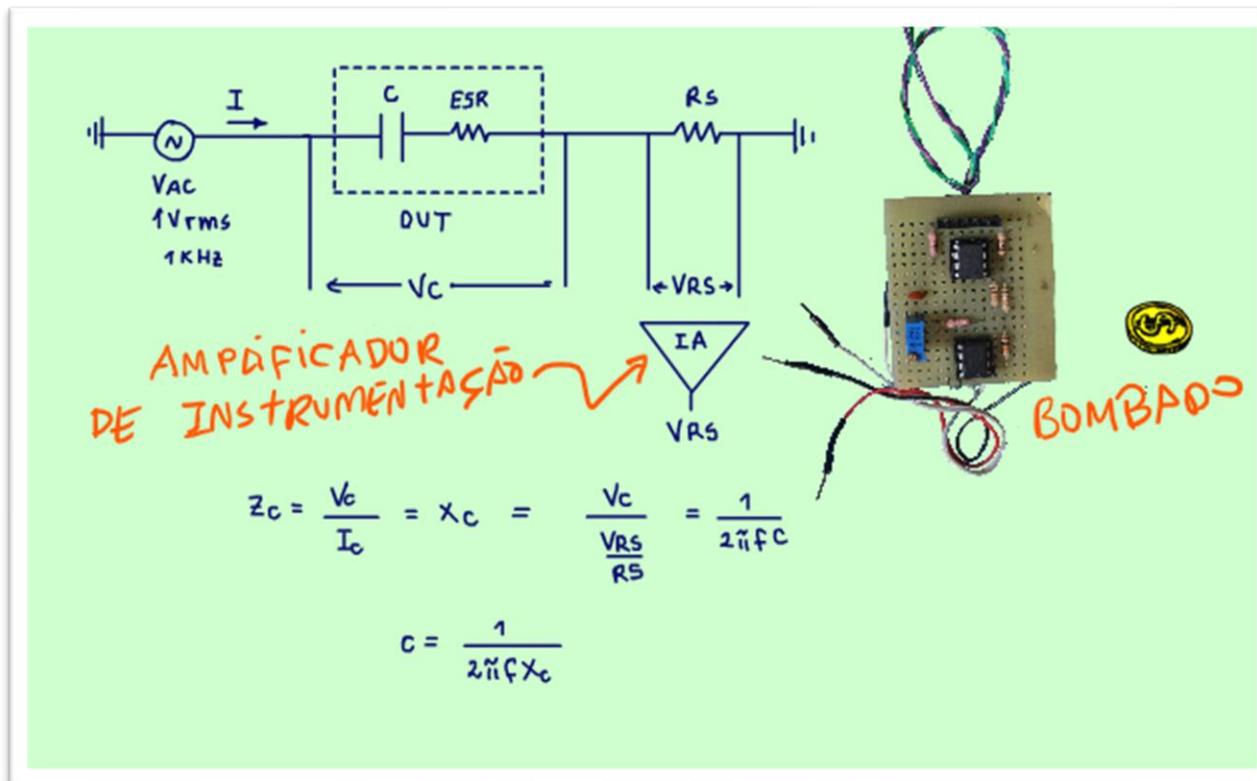
Conhecendo a reatância é só isolar a capacitância na equação e pronto, medi a capacitância.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



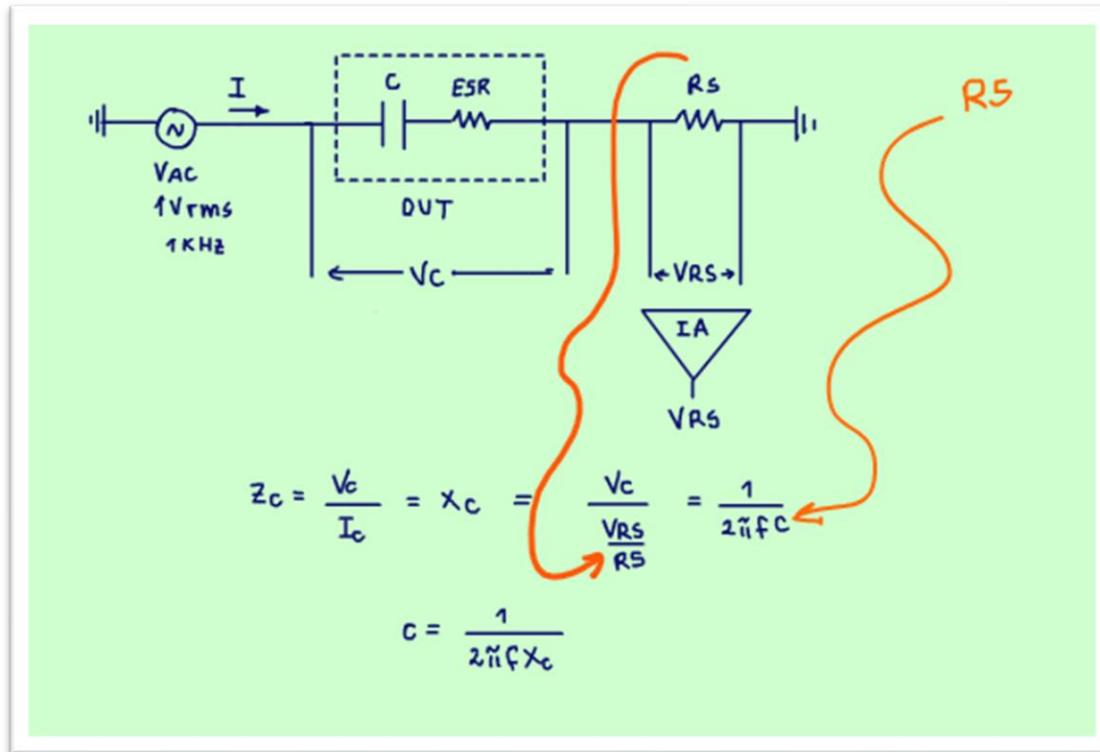
A dificuldade está que as correntes são muito baixas e a tensão sobre a resistência série é muito baixa, então temos que lançar mão do circuitinho mágico, que é um amplificador de instrumentação, mas um amplificador bombado.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



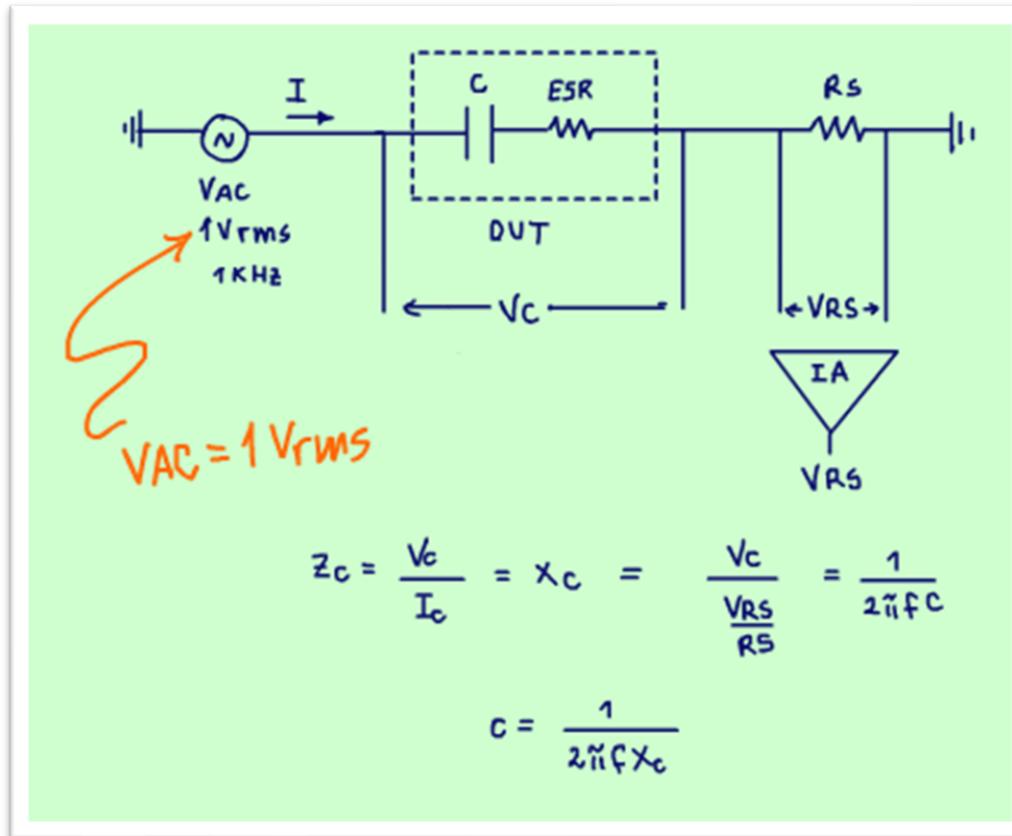
Então o ponto chave desse circuito é o amplificador de instrumentação bombado e eu vou mostrar como construir um, em todos os detalhes, e mais, um amplificador bem baratinho, aquele da capa.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



Claro que o valor da resistência série é importante, e que esse valor deve mudar conforme o valor do capacitor, vai ser como ajustar a escala, mas isso tudo é muito simples de fazer e veremos no próximo tutorial.

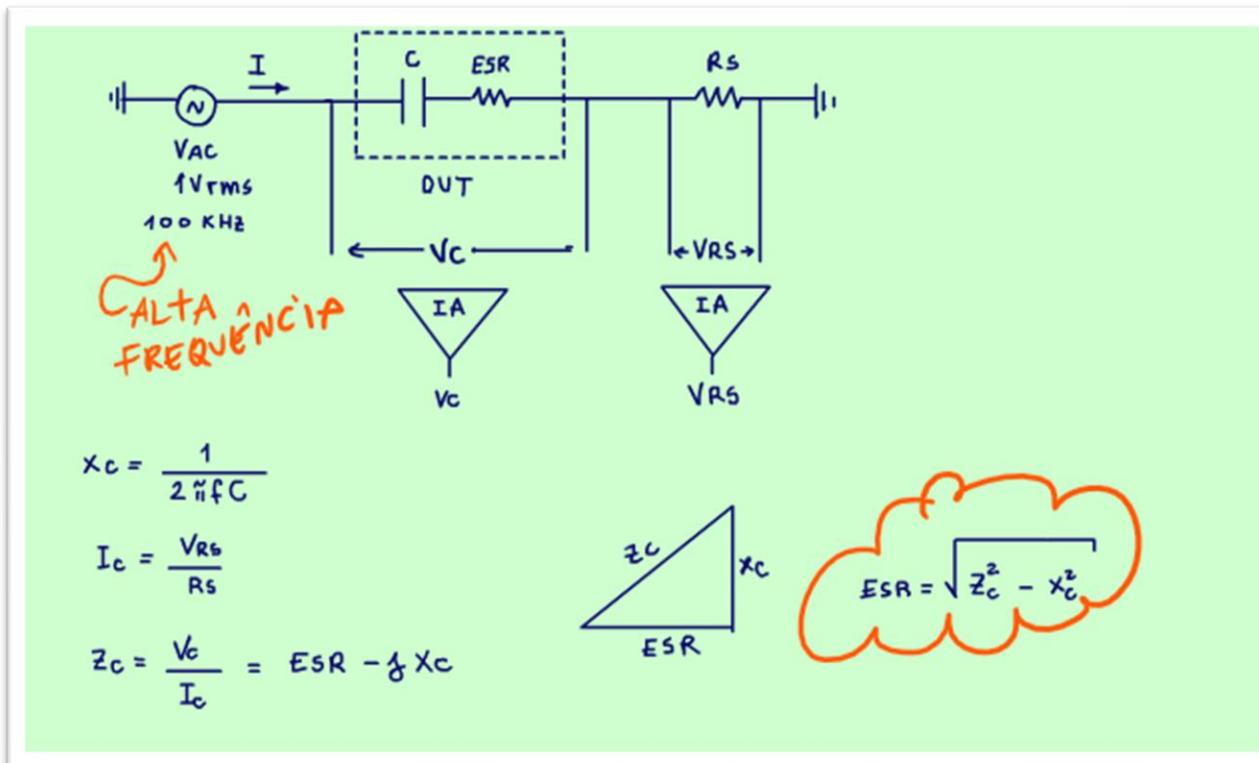
Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



A tensão de teste deverá ser baixa, para evitar explodir os capacitores eletrolíticos, então a tensão de teste é de 1Vrms, nessa tensão o capacitor eletrolítico pode funcionar tranquilamente em AC, você não sabia? Pois agora ficou sabendo!

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

MEDINDO EM ALTA FREQUÊNCIA.



Depois de medir em baixa frequência eu meço em altas frequências, por exemplo a 100KHZ, nessas frequências a resistência série é da ordem da reatância.

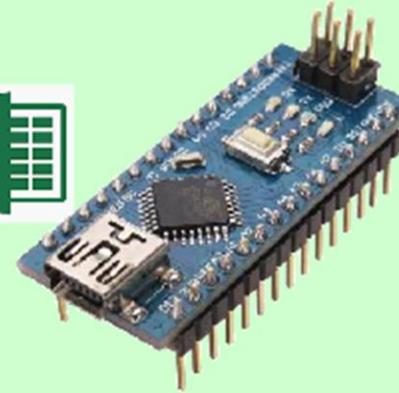
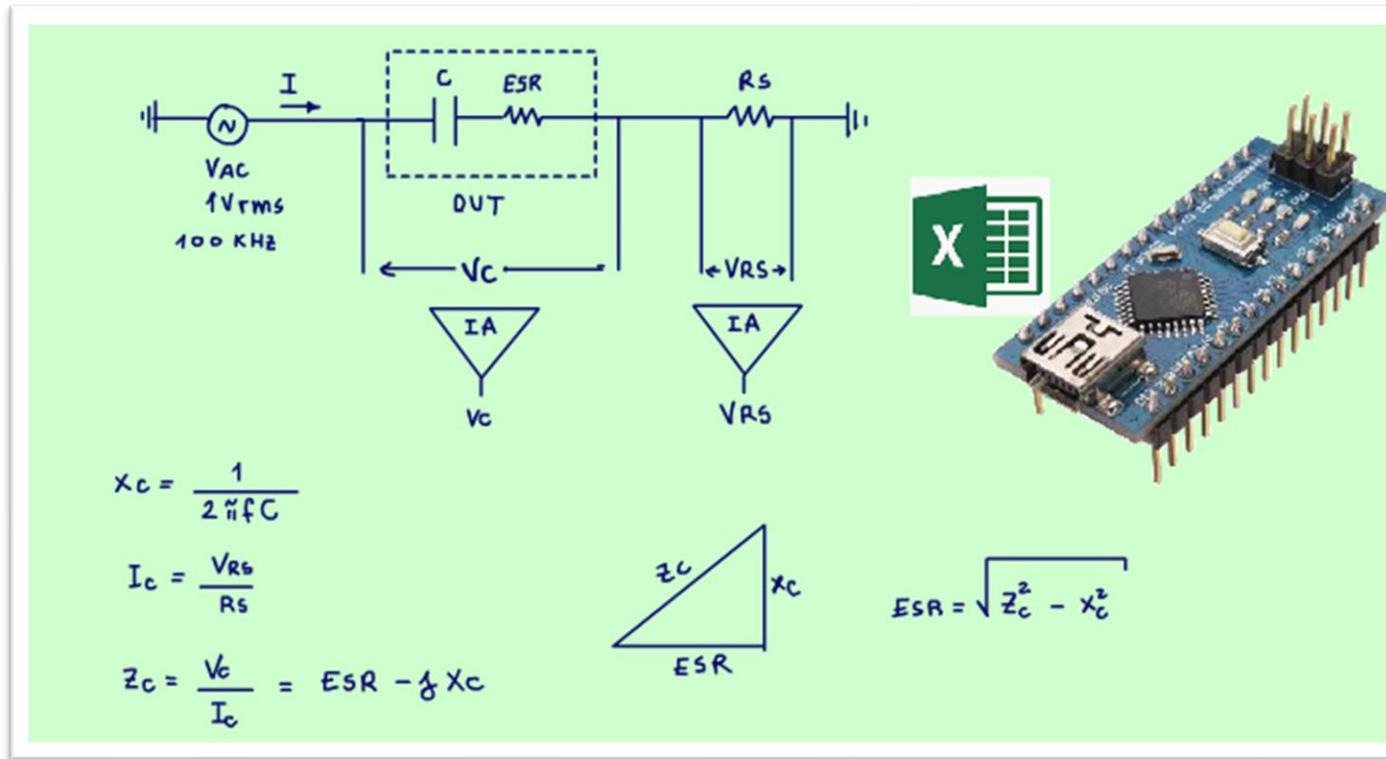
Como eu sei o valor da capacitância eu posso calcular a reatância nessa frequência.

Se eu medir com precisão a tensão na resistência, eu tiro a corrente no circuito.

Se eu medir a tensão no capacitor com precisão, eu consigo calcular a impedância no capacitor.

Tendo a impedância e a reatância é só usar a trigonometria e calcular a resistência série com muito mais precisão que qualquer desse circuitos que tem por aí.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

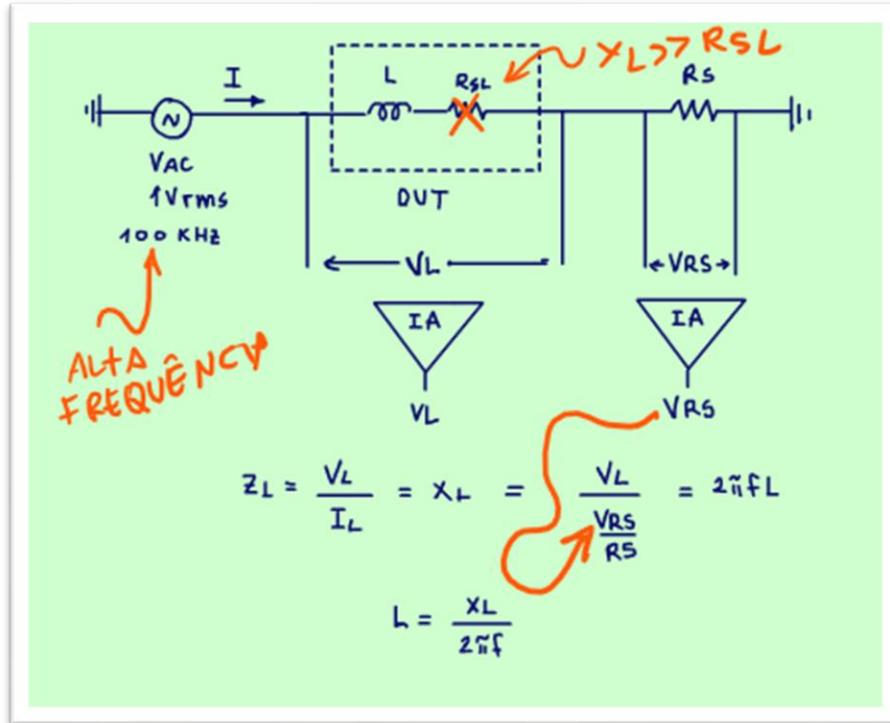


Viu como o circuito é simples, um simples circuito RC, onde ao medir a tensão na resistência e tensão no capacitor com precisão é possível determinar a corrente no capacitor, conhecendo a corrente é possível determinar a capacitância e a resistência ESR, é só ajustar a frequência.

Bem, tem uma matemática por aí, mas são fórmulas prontas da trigonometria, vai ser só aplicar e pronto, para calcular você poderá usar uma tabela do excel ou um Arduino.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

MEDINDO AS INDUTÂNCIAS.



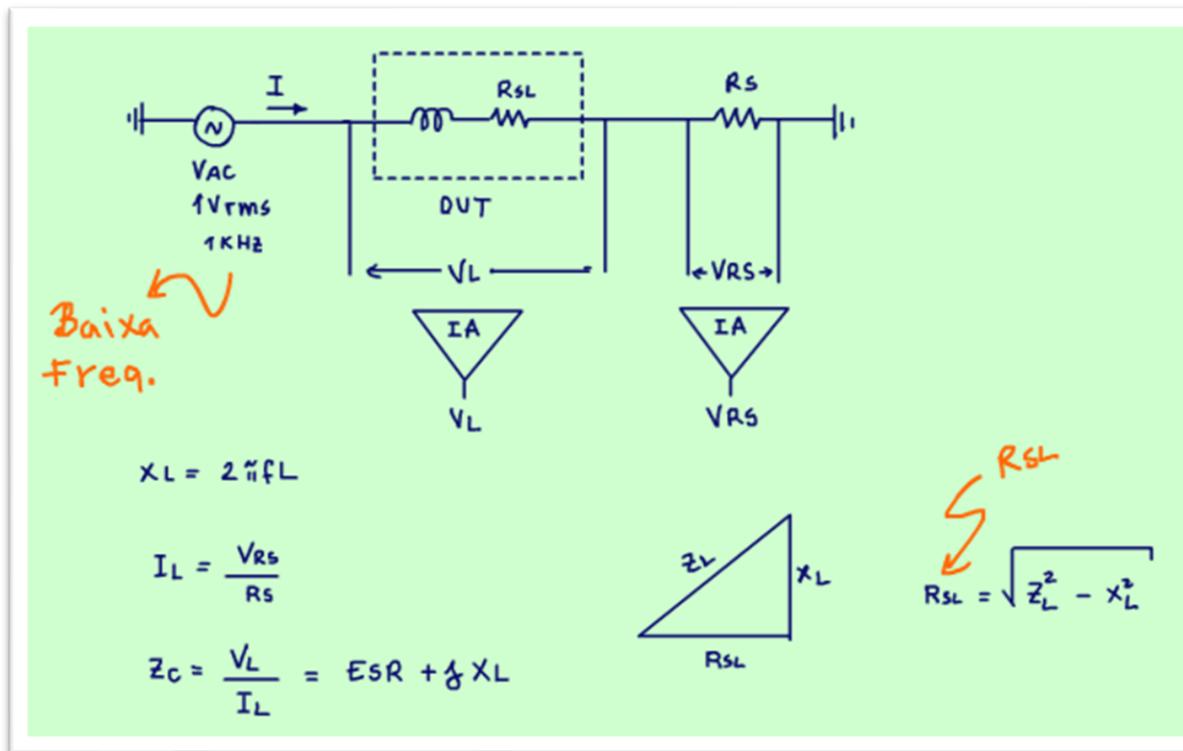
Para as indutâncias é tudo muito parecido, mas invertido.

As indutâncias também podem ser representadas por uma resistência em série com um indutor, chamei na figura de RSL, aqui essa resistência série é chamada de: resistência série do indutor, não tem nenhum nome especial.

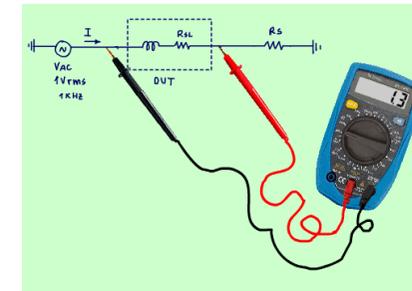
Para medir a indutância você deve começar com a alta frequência, porque nessas frequências o valor da reatância indutiva é muito maior do que o da resistência série da indutância.

Veja que a filosofia das equações são as mesmas do capacitor em baixa frequência.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

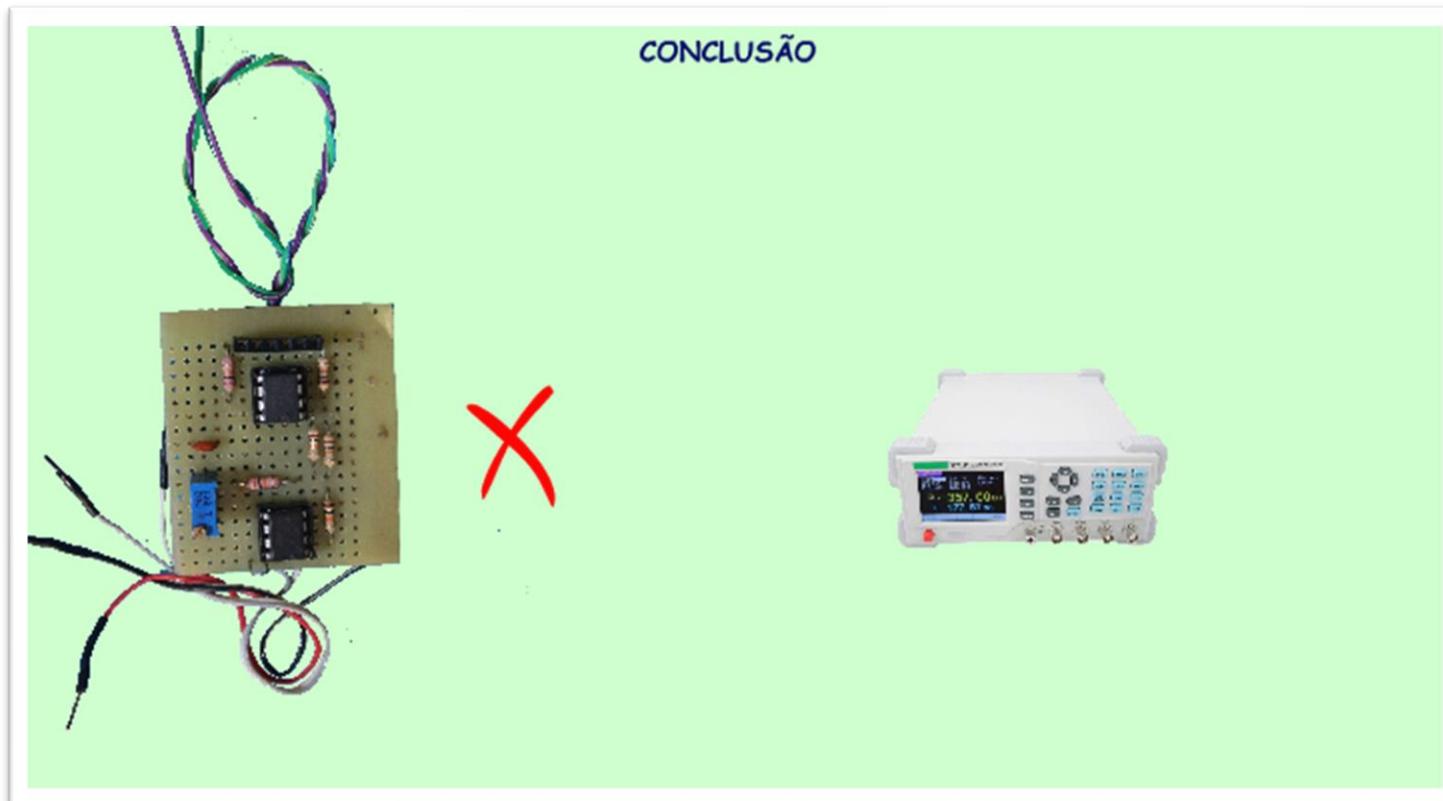


Depois é só mudar para baixas frequências e calcular a resistência série, mas sinceramente, é melhor pegar um multímetro e medir essa resistência.



Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

CONCLUSÃO:



Pronto entreguei o jogo!

Você viu nesse tutorial a teoria usada para construir um equipamento para medição de capacitância e indutância, o segredo foi revelado, agora vamos a construção, no próximo tutorial é claro.

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

CRÉDITOS

E por favor, se você não é inscrito, se inscreva e marque o sininho para receber as notificações do canal e não esqueça de deixar aquele like e compartilhar para dar uma força ao canal do professor bairros.

Arthurzinho: E não tem site.

Tem sim é www.bairrospd.com lá você encontra o pdf e tutoriais sobre esse e outros assuntos da eletrônica

E fique atento ao canal do professor bairros para mais tutoriais sobre eletrônica, até lá!

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)



The image shows a screenshot of the website www.bairrospd.com. The website header includes the logo "bairrospd" and the text "BAIRROS PROJETOS DIDÁTICOS E ELETRÔNICOS". Below the header, there is a green banner with the text "ESTUDE ELETRÔNICA NO SITE WWW.BAIRROSPD.COM". The main content area features a navigation menu with items like "HOME", "CURSOS", "BIBLIOTECA", "TUTORIAIS", "VOCÊ SABIA?", and "CONTATO". A prominent yellow banner reads "APRENDA A LER RESISTORES" with an illustration of a man and children. Below this, there is a section titled "O QUE SIGNIFICA GASTAR ENERGIA ELÉTRICA: Uma questão de Potência." and a blue button that says "AULAS OU ASSESSORIA COM O ENGENHEIRO E PROFESSOR ROBERTO BAIROS?". A large green text overlay on the right side of the screenshot reads "VISITE O NOSSO SITE e CANAL YOUTUBE" followed by "www.bairrospd.com" and "Professor Bairros".

www.bairrospd.com

https://www.youtube.com/channel/UC_tfxnYdBh4lbiR9twtpPA

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

Circuito para medir capacitor e indutor (parte 1: A TEORIA)

<https://youtu.be/xEuwVjNdtc8>

Nesse tutorial eu vou mostrar a teoria para você construir o seu próprio instrumento para medir a capacitância e a indutância, um instrumento simples e muito mais barato que os comerciais e com precisão de medição melhor que a maioria dos instrumentos comerciais.

Assuntos relacionados.

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ TEM O PDF E MUITO MAIS
PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE

www.bairrospd.com

SOM: pop alegre Mysteries -30 (fonte YOUTUBE)

SEO:

Amplificador de instrumentação, circuito de um amplificador de instrumentação, construção de amplificador de instrumentação,
Bridge LCR, medição capacitância, medição indutância, circuito para medir indutância, circuito para medir capacitância,