

ADAPTADOR PARA MEDIR INDUTÂNCIAS

Meça indutâncias com este circuito em qualquer multímetro comum

por Mark Spiwak

página original:

<http://www.armory.com/~rsteve/Public/TestEquip/IndMeterAdapter.htm>

(este artigo foi publicado no ARRL Handbook nas edições de 1999 até 2008)

Um medidor de indutâncias é um importante instrumento para o montador ter em sua bancada. No entanto poucas pessoas possuem um instrumento desses devido ao seu alto preço. Mas com este simples projeto, isso vai mudar.

O adaptador do medidor da indutância descrito neste artigo é um circuito que, quando conectado a um multímetro digital (DVM), o faz medir indutâncias de baixo valor. O projeto pode ser construído por aproximadamente R\$ 10,00, ou menos ainda, dependendo dos componentes que você tiver em sua sucata. Você pode ainda comprar um kit de peças já com a placa de PCB no endereço mencionado na lista de peças ([NT: nos Estados Unidos](#)).

A escala do adaptador é impressionante. Permite que seu DVM meça a indutância 3 uH a 7 mH em duas escalas. Basicamente, quando o adaptador tem uma indutância conectada em seus terminais da entrada, desenvolve uma tensão de C.C. em seus terminais de saída que seu DVM pode medir e indicar como uma medida calibrada da indutância. **Um multímetro analógico não funcionará porque é resistência de entrada está abaixo de 1 M Ohms, mínimo exigido para a operação apropriada do adaptador.**

Este adaptador certamente não substitui um instrumento de bancada profissional, mas é um pequeno instrumento acessível para classificar as peças desconhecidas ou sem inscrição, e indutores combinando a outros. Uma outra característica grande do adaptador é que você pode montá-lo em menos do que uma hora, com ou sem o kit.

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

O diagrama esquemático do adaptador está demonstrado na Fig. 1.

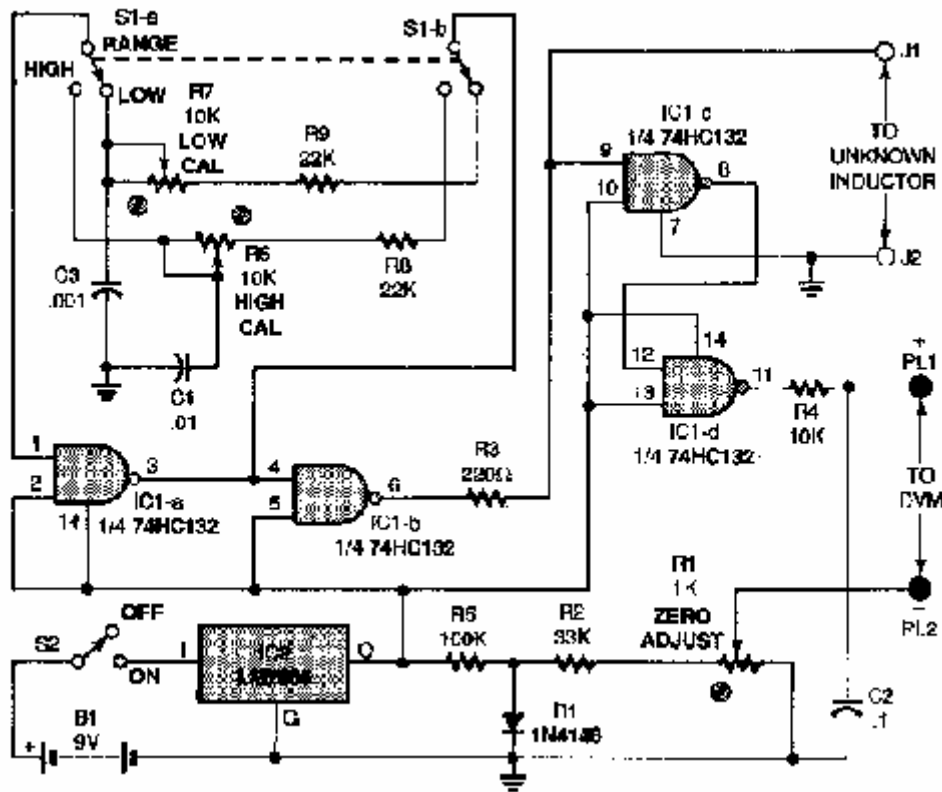


Figura 1

O circuito é alimentado por uma bateria de 9 volts, B1, e um regulador LM7805 (IC2), fornece uma tensão regulada de 5 volts para o resto do circuito. O interruptor S2 liga e desliga a alimentação.

O coração do circuito é um único **SN74HC132 quad Scmitt NAND-gate** (IC1). A primeira porta, IC1-a, é configurada como um oscilador cuja a frequência é determinada pelos componentes de RC (incluindo os trimpots R6 e R7) em seu loop de retorno ; IC1-b é um buffer/inversor.

Uma entrada de cada IC1-c e de IC1-d é conectada ao ponto de alimentação de +5 volts, com ambas as seções configuradas como inversores. A saída de onda quadrada de IC1-b é alimentada à entrada do pino 9 do IC1-c, e o pino 9 conecta também a J1, um dos terminais da entrada do indutor-teste.

Quando o indutor é conectado através de J1 e de J2, a tensão de entrada ao IC1, o pino 9 permanece mais alto por um período mais longo, dependendo do valor do indutor. Com a saída de IC1-c que alimenta o IC1-d, a tensão DC média resultante através dos terminais de saída (J3 e J4) é diretamente proporcional à resistência desconhecida. Os potenciômetros R6 e R7 calibram o circuito para as escalas alta (*hi*) e baixa (*low*), respectivamente, e o potenciômetro R1 ajusta o ponto zero no DVM.

Quando o circuito é calibrado com uma indutância conhecida e zerado corretamente, a tensão da saída pode representar a indutância. O interruptor S1 seleciona a escala do adaptador; o circuito medirá de 3uH a 500mH na escala baixa (*low*) e de 100uH a 5 mH na escala elevada (*hi*).

CONSTRUÇÃO

O circuito do adaptador é simples bastante para se construir no estilo *Manhattan*, “*ugly*” ou “*aranha*”. Entretanto, se você preferir usar uma placa de circuito impresso, você poderá o *layout* mostrado na Fig. 2, ou comprar o KIT com a placa no endereço mencionado na lista de peças.

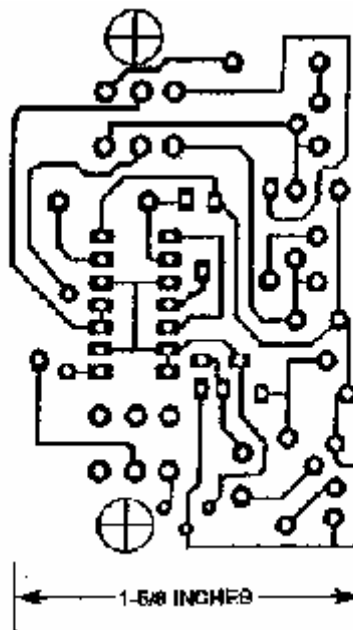


Figura 2

LISTA DE PEÇAS PARA O ADAPTADOR PARA MEDIR INDUTÂNCIAS

SEMICONDUCTORES

IC1 - SN74HC132 (ou HCT) circuito integrado quádruplo *schmitt trigger NAND gate*

IC2 - LM7805 circuito integrado regulador de 5 volts

D1 – diodo IN4148

RESISTORES (todos de 1/4W)

R1 – trimpot 1 K Ohms

R2 – 33 K Ohms

R3 - 220 Ohms (vide texto: recomenda-se substituí-lo por um de 300 Ohms)

R4 – 10 K Ohms

R5 – 100 K Ohms

R6, R7 – trimpot 10 K Ohms

R8, R9 – 22 K Ohms

CAPACITORES

C1 - 0.01 uF (10 K)

C2 - 0.1 uF (100 K)

C3 - 0.001 uF (1 K)

COMPONENTES E MATERIAIS ADICIONAIS

S1 – chave de dois pólos e duas posições, para montagem em placa

S2 – chave de um pólo e duas posições, para montagem em placa

J1, J2 – bornes

PL1, PL2 – plugues banana, vermelho e preto

B1 – bateria alcalina de 9 volts

Materiais para placa de circuito impresso, caixa para montagem, conector para a bateria de 9 volts, indutores para calibração de 400 uH e 5 mH (ou valor similar), fios, solda, ferramentas, etc.

Nota: O kit para este projeto é disponibilizado nos Estados Unidos por:

[Marlin P. Jones & Associates, Inc.](#)

P.O. Box 12685, Lake Park, FL

33403-0685: Tel: 800-432-9937

USA

Ou pela empresa Rainbow Kits :

<http://www.rainbowkits.com/kits/ia-1p.html> (adaptador de indutâncias)

<http://www.rainbowkits.com/kits/CA-1p.html> (adaptador de capacitâncias)

O KIT de adaptador de indutâncias (incluindo tudo, exceto a bateria, caixa e plugues banana) é vendido por U\$14.95 mais \$4.50 de taxa de postagem (para E.U.A.), e o kit de capacitâncias custa U\$ 12,95.

Se você for usar placa de circuito impresso, verifique a posição dos componentes no desenho mostrado na figura 3:

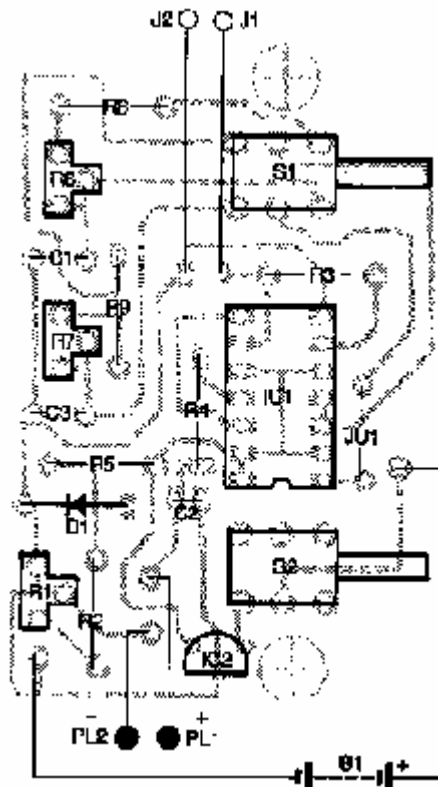


Figura 3

Quando for montar o circuito. Comece pela montagem do soquete para o IC1 ; certifique-se de que foi posicionado como mostrado na figura. Instale os resistores e capacitores. Solde as chaves na placa. Monte então o diodo e os potenciômetros, certificando-se que estão posicionados corretamente. Instale o *jumper* JU1 e o conector para a bateria B1. Solde então os fios para as conexões a J1, a J2, a PL1, e a PL2. Mantenha os fios a J1 e a J2 tão curtos como possível, porque poderiam afetar as leituras dadas pela unidade.

As ligações para PL1 e PL2, por outro lado, devem ser um tanto longas ; isso tornará mais fácil conectar o adaptador a um DVM. Solde os plugues banana PL1 e PL2 às ligações. Para terminar a montagem da placa, solde o IC2 e a insira IC1 em seu soquete, verificar antes a polaridade de ambos.

A etapa seguinte é preparar uma caixa para o adaptador. Qualquer caixa de tamanho apropriado pode ser utilizada. Primeiramente, monte jaques para J1 e J2 na caixa. Para fazê-lo mais fácil de conectar temporariamente condutores desconhecidos ao circuito, use os terminais em mola para J1 e J2 (vêm com o KIT). Perfure furos na caixa para acomodar os interruptores e os fios dos plugues PL1 e PL2. Monte a placa de circuito impresso.

CALIBRAÇÃO E USO

Após ter verificado seu trabalho, conecte uma bateria de 9 volts no conector desta e ajuste o interruptor S2 para a posição LIGADO. Para calibrar o circuito, você necessitará um par dos indutores com valores conhecidos, preferivelmente igual ou perto de 400uH e de 5mH. Se possível, meça os valores dos indutores que você se usa com um medidor de bancada preciso para determinar seus valores exatos. Conecte as ligações de saída de PL1 e PL2 a um voltímetro digital na escala 200 milivolts e coloque uma parte curta de fio diretamente através dos terminais J1 e J2. Ajuste o interruptor S1 da escala ao ponto baixo (*low*) e ajuste R1 para uma leitura de zero no multímetro.

Ajuste agora o DVM à escala de 2-Volt. Remova o fio entre J1 e de J2 e conecte o indutor 400-uH (ou o que valor mais próximo que você tiver). Ajuste R7 de modo que a tensão indicada no DVM seja o valor absoluto da indutância. Por exemplo, um indutor 400 uH dará uma leitura de 0.400 volt. Agora conecte o indutor 5-mH e ajuste o interruptor da escala alta (*hi*). Ajuste R6 de modo que a tensão indicada no medidor seja a mesma que o valor da indutância. Um indutor 5-mH deve ler entre 0.003 e 0.005. Lembre-se de desprezar o ponto decimal. Na escala alta, medindo de 100uH a 5 mH o display mostrará a leitura de 0.001 a 0.500.

Outros artigos a respeito desse adaptador para medir indutâncias:

<http://www.py2ohh.w2c.com.br/med/lcmeter/lcmeter.htm> (PY2OHH)

http://www.qsl.net/kc2lsu/inductance_meter.htm (KC2LSU)

<http://4sgrp.com/resource/lmeter/lmeter.htm> (K6QKL)

<http://www.rainbowkits.com/kits/ia-1p.html> (Rainbow KITS)

Dica apontada em diversas listas de discussão: trocar o valor do resistor **R3** de 200 ohms por **300 ohms** (um de 200 ohms + outro de 100 ohms em série).

Versão publicada no capítulo 25 (páginas 25.21 e 25.22) do ARRL Handbook de 2006:

MEASURE INDUCTANCE AND CAPACITANCE WITH A DVM

Many of us have a DVM (Digital voltmeter) or VOM (volt-ohm meter) in the shack, but few of us own an inductance or capacitance meter. If you have ever looked into your junk box and wanted to know the value of the unmarked parts, these simple circuits will give you the answer. They may be built in one evening (**Fig 25.21** and **Fig 25.22**), and will adapt your DVM or VOM to measure inductance or capacitance. The units are calibrated against a known part. Therefore, the overall accuracy depends only on the calibration values and not on the components used to build the circuits. If it is carefully calibrated, an overall accuracy of 10% may be expected if used with a DVM and slightly less with a VOM.

CONSTRUCTION

The circuits may be constructed on a small perf board (RadioShack dual mini board, #276-168), or if you prefer, on a PC board. A template and parts layout may be obtained from the ARRL.¹ Layout is non-critical - almost any construction technique will suffice. Wire-wrapping or point-to-point soldering may be used. The circuits are available in kit form from Electronic Rainbow Inc., Indianapolis, IN.

The IA inductance adapter kit is sold separately, but a cabinet is also available. The PC board is 1.75 x 2.5 inches. The CA-1 capacitance adapter kit comes with a 1.80 x 2.0-inch PC board.

INDUCTANCE ADAPTER FOR DVM/VOM

Description

The circuit shown in Fig 25.21 converts an unknown inductance into a voltage that can be displayed on a DVM or VOM. Values between 3 and 500 μH are measured on the low range and from 100 μH to 7 mH on the high range. NAND gate U1A is a two frequency RC square-wave oscillator. The output frequency (pin 3) is approximately 60 kHz in the low range and 6 kHz in the high range. The square-wave output is buffered by U1B and applied to a differentiator formed by R3 and the unknown inductor, LX. The stream of spikes produced at pin 9 decay at a rate proportional to the time constant of R3-LX. Because R3 is a constant, the decay time is directly proportional to the value of LX. U1C squares up the positive going spikes, producing a stream of negative going pulses at pin 8 whose width is proportional to the value of LX. They are inverted by U1D (pin 11) and integrated by R4-C2 to produce a steady dc voltage at the + output terminal. The resulting dc voltage is proportional to LX and the repetition rate of the oscillator. R6 and R7 are used to calibrate the unit by setting a repetition rate that produces a dc voltage corresponding to the unknown inductance. D1 provides a 0.7 volt constant voltage source that is scaled by R1 to produce a small offset reference voltage for zeroing the meter on the low inductance range. When S1 is low, *mV* corresponds to μH and when high, *mV* corresponds to *mH*. A sensitive VOM may be substituted for the DVM with a sacrifice in resolution.

Test and Calibration

Short the LX terminals with a piece of wire and connect a DVM set to the 200-mV range to the output. Adjust R1 for a zero reading. Remove the short and substitute a known inductor of approximately 400 μH . Set S1 to the low (in) position and adjust R7 for a reading equal to the known inductance. Switch S1 to the high position and connect a known inductor of about 5 mH. Adjust R6 for the corresponding value. For instance, if the actual value of the calibration inductor is 4.76 mH, adjust R7 so the DVM reads 476 mV.

CAPACITANCE ADAPTER FOR DVM/VOM

Description

The circuit shown in Fig 25.22 measures capacitance from 2.2 to 1000 pF in the low range, from 1000 pF to 2.2 μF in the high range. U1D of the 74HC132 (pin 11) produces a 300 Hz square-wave clock. On the rising edge CX rapidly charges through D1. On the falling edge CX slowly discharges through R5 on the low range and through R3-R4 on the high range. This produces an asymmetrical waveform at pin 8 of U1C with a duty cycle proportional to the unknown capacitance, CX.

This signal is integrated by R8-R9-C2 producing a dc voltage at the negative meter terminal proportional to the unknown capacitance. A constant reference voltage is produced at the positive meter terminal by integrating the square-wave at U1A, pin 3. R6 alters the symmetry of this square-wave producing a small change in the reference voltage at the positive meter terminal. This feature provides a zero adjustment on the low range. The DVM measures the difference between the positive and negative meter terminals. This difference is proportional to the unknown capacitance.

Test and Calibration

Without a capacitor connected to the input terminals, set SW2 to the low range (out) and attach a DVM to the output terminals. Set the DVM to the 2-volt range and adjust R6 for a zero meter reading. Now connect a 1000 pF calibration capacitor to the input and adjust R1 for a reading of 1.00 volt. Switch to the high range and connect a 1.00 μ F calibration capacitor to the input. Adjust R3 for a meter reading of 1.00 volts. The calibration capacitors do not have to be exactly 1000 pF or 1.00 μ F, as long as you know their exact value. For instance, if the calibration capacitor is known to be 0.940 μ F, adjust the output for a reading of 940 mV.

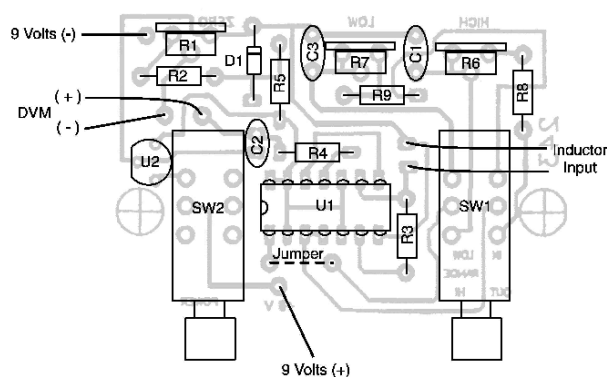
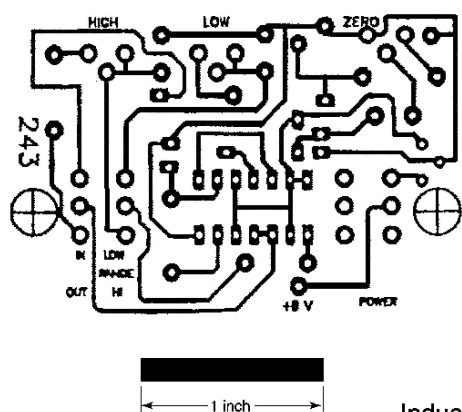
Você pode baixar o capítulo 25 do ARRL Handbook de 2006 na seguinte página :

mxh.strefa.pl/pliki/tech/book2006/25.pdf

Você pode baixar os *layouts* de placa com boa resolução na página da ARRL :

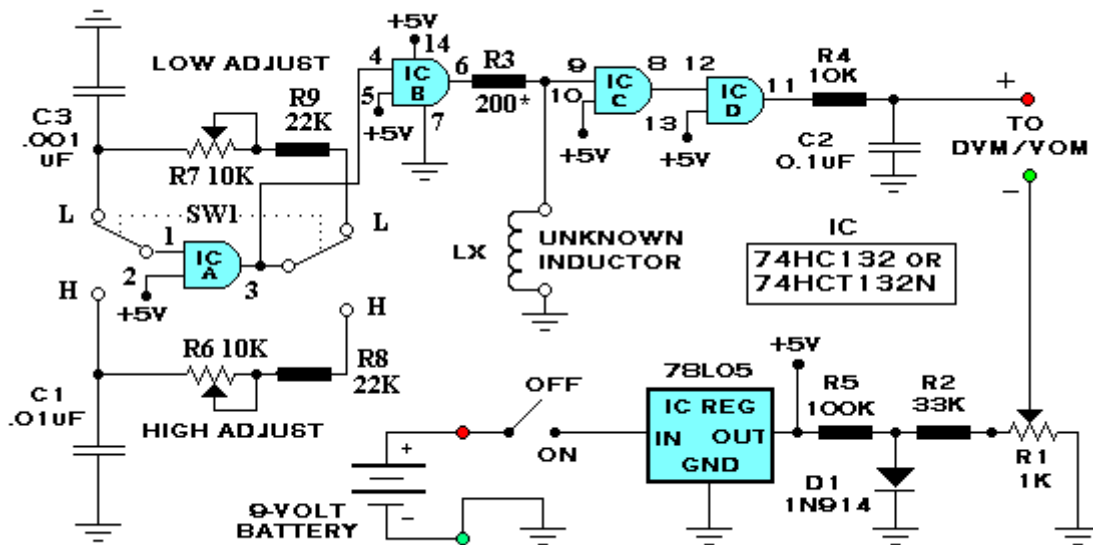
www.arrl.org/notes/hbk-templates/lmeter.pdf

Posição dos componentes do adaptador de indutâncias na placa :



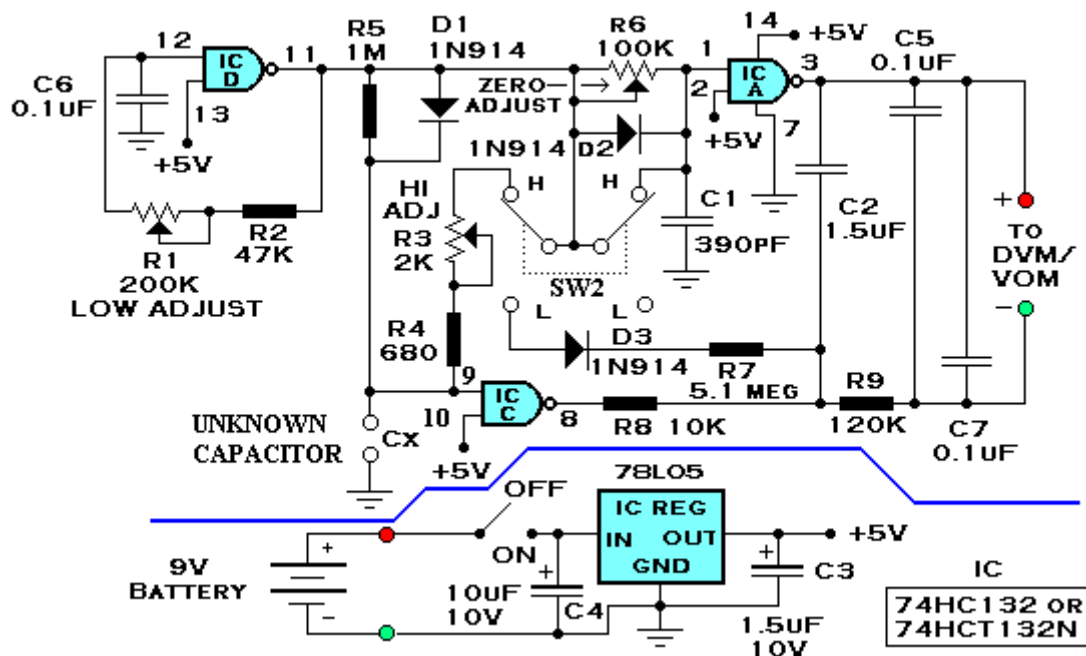
Inductance Meter, Chapter 26

Esquema do adaptador para medir indutâncias



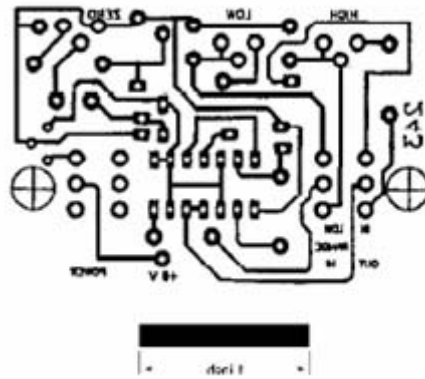
Todos os componentes são de tolerância de 10%. O diodo D1 pode ser substituído por um diodo 1N4148 ou equivalente. O LM7805 pode ser substituído pelo 78L05. Todos os resistores fixos são de carbono, de 1/4 de watt. Os valores dos capacitores estão especificados em uF. O valor do resistor R3 pode ser acrescido ou diminuído para uma melhor calibragem, mas isto não constou no artigo.

Esquema para o adaptador para medir capacitâncias

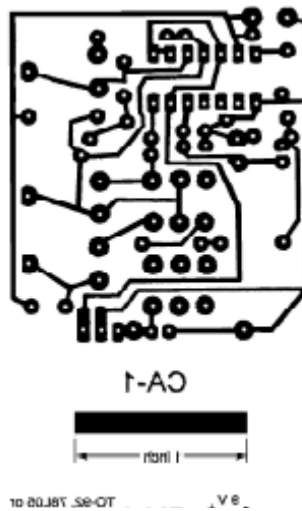


Todos os componentes são de tolerância de 10%. O LM7805 pode ser substituído pelo 78L05. Todos os resistores fixos são de carbono, de 1/4 de watt. Os valores dos capacitores estão especificados em uF.

Layout **invertido**, para confecção de placa PCB por transferência de toner :



Adaptador para medir indutâncias



Adaptador para medir capacitâncias

OBS: a “tarja” de referência é de uma polegada.