

# **PEQUENO MANUAL PARA REALIZAÇÃO DE MEDIÇÕES EM modo fantasma**

Escrito por Walisson Cardoso

Fotos de Gustavo Ikeda

Colaboração: Marx Miguel

Junho 2014

Belém

A realização de medições para a pesquisa tem se mostrado uma tarefa importante para a obtenção de material teórico e prático. Dessa forma este pequeno guia tem por objetivo mostrar de maneira clara e ilustrativa como obter medições em modo fantasma utilizando os equipamentos que podem ser encontrados no Labit.

## 1. MONTAGEM DO ANALISADOR DE REDE

O Analisador de Rede (Network Analyser ou NA) é o equipamento no qual este tutorial se focará. O laboratório atualmente conta com dois equipamentos deste tipo, o 4394A e 4395A. A figura 1 mostra um dos equipamentos.



Figura 1. Network Analyser.

O primeiro dispositivo que deverá ser conectado é o dispositivo para transmissão e reflexão que é mostrado na imagem 1 e com destaque na imagem 2. Este dispositivo pode ser encontrado dentro de uma das malas pretas guardadas dentro do armário do laboratório e deverá ser conectado como ilustrado na imagem.



Figura 2. Transmissor/Reflector Agilent 87512A, ins loss 10 dB

O segundo dispositivo a ser conectado será o balun. Ele se encontra em uma caixa de baluns e é mostrado na figura 3. Ele Pode ser conectado ao dispositivo em

série usando o conector mostrado na figura 4 e a maneira correta para a conexão é demonstrada na figura 5.



Figura 3. Balun conversor de banda-larga. A conversão será de 50 para 100 Ohms e a faixa usada é de 10Khz-60Mhz.



Figura 4. Conector utilizado. Outras combinações e conectores podem ser utilizadas para alcançar o mesmo resultado, mas quanto o menor número e peças, melhor.



Figura 5. As três peças conectadas ao equipamento. A esponja na base do balun ajuda a dar um nivelamento mais adequado.

Será necessário agora conectar o segundo balun que converterá o sinal diferencial para sinal diferencial usando dois pares. O circuito propriamente dito para produzir o sinal fantasma. Alguns outros conectores serão necessários. A figura 6 mostra um link que une a saída do primeiro balun ao segundo. A figura 7 mostra o conversor para circuito fantasma. Este circuito foi construído pelo membro Ramon Villar. A figura 8 mostra as três partes devidamente conectadas.



Figura 6. Conector entre os dois baluns.

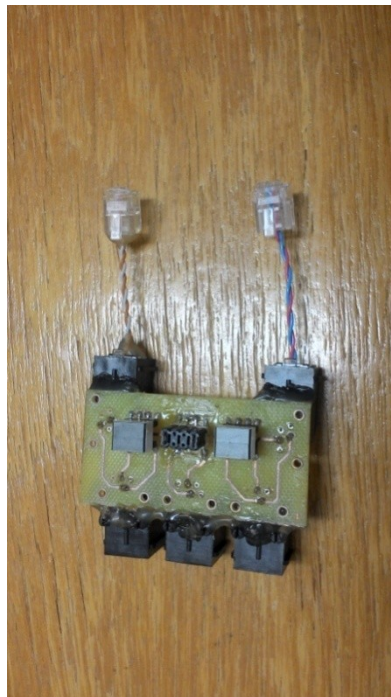


Figura 7. Conversor para produzir sinal em modo fantasma.



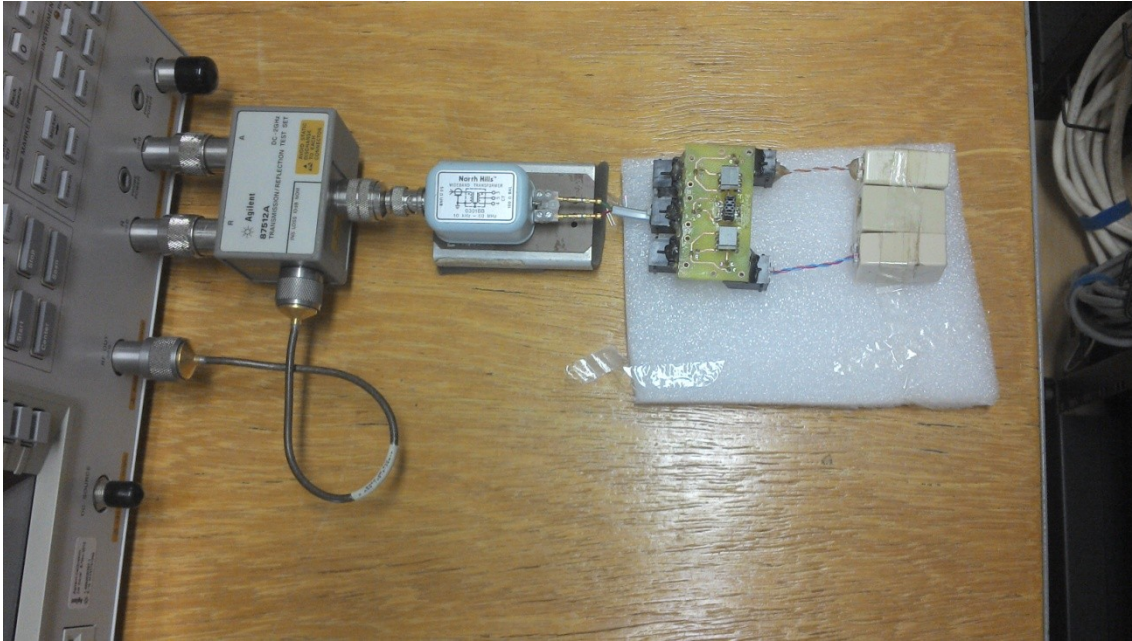


Figura 8. Todas as peças reunidas e conectadas. Note que na extremidade há a adição de um conector simples com duas entradas do tipo fêmea. Isso auxiliará, pois poderão ser utilizados cabos CAT5 curtos para conexão ao panel como extensão.

As medições serão realizadas utilizando os “panels” que nada mais são do que os quatro painéis do Labit com diversos tipos de pares trançados compartilhando binders e cabos. Os panels servem para organizar os pares e cabos que o laboratório possui, são numerados de um a quatro contando a partir do panel mais próximo da porta ao mais próximo das janelas. Os pares trançados cujas extremidades são acessíveis pelos panels saem pela janela, são dispostos ao redor do prédio e retornam a outro panel. Em resumo, os pares que saem do panel 1 têm sua outra extremidade no panel 2 ou vice-versa. O mesmo ocorre com os panels 3 e 4. Vale aqui ressaltar que os panels 1 e 2 estão melhores organizados em relação aos panels 3 e 4. Nos dois primeiros, o par trançado de número X do VP (Voice Panel) de número Y, estará na posição correspondente no outro panel, asserção que não é sempre verdadeira para os últimos dois panels. Essa é uma das razões pela qual todas as medições realizadas até a presente data foram realizadas utilizando os dois primeiros panels.

O conceito de numeração de VPs e Pares (ou Twisted Pairs, TPs), pode ser facilmente entendido observado a figura 9. Verticalmente crescente à esquerda podem ser conferidas as numerações dos VPs variando de 1 a 16. Cada VP conta com 50 TPs crescendo da esquerda para a direita. Os TPs de numeração ímpar são voltados para cima e TPs de numeração par para baixo. São também destacados em diferentes cores

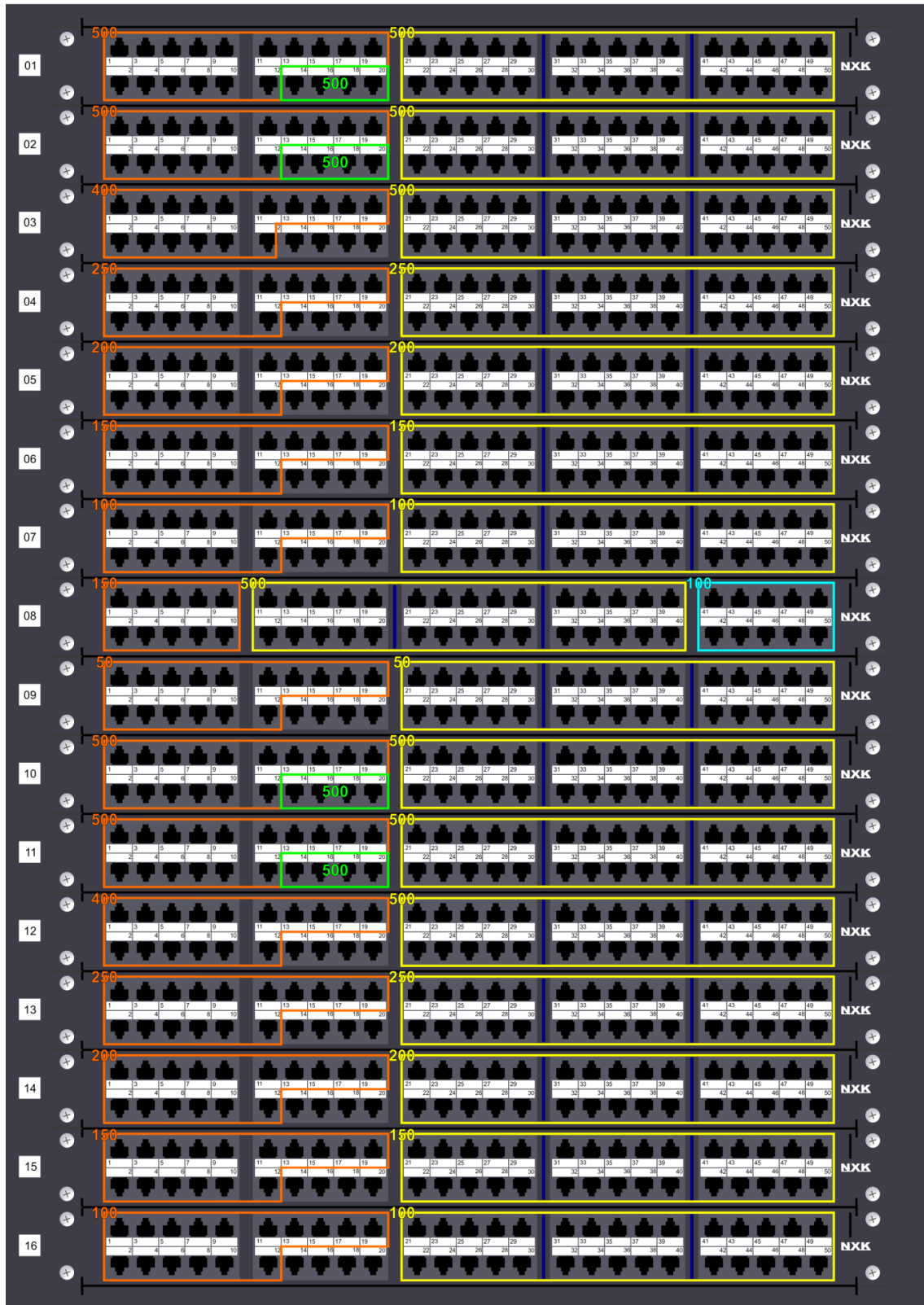
os binders presentes nos Panels 1 e 2 e seus gauges (espessuras) e comprimentos seguem as legendas na imagem.

Alguns cables dos panels possuem três binders. Para estes cables, os binders são separados por linhas azuis, destacando os três binders que estão dentro cable. Para os demais, a especificação dos gauges é exatamente a mesma dos binders e nestes casos o cable é o próprio binder, pois não há divisão de binders nestes cables, logo considera-se o cable como sendo um único binder.

Para realizar uma medição basta conectar dois pequenos cabos CAT5 na extremidade do circuito do sistema e nas entradas dos panels. As entradas não assinaladas a um binder não contém cabos.

Um padrão para nomenclatura pode ser encontrada em forma de nota no basecamp. Ressaltamos que até o presente momento o software AMT não reconhece este padrão e, portanto, irá resultar em um erro se o mesmo for utilizado durante a medição. Se esta limitação não for corrigida até o momento, use um nome genérico obedecendo à norma do AMT e após isso renomeie a medição.

## ASSEMBLING OF THE CABLES (LQ) DISTRIBUTION OF THE CABLE-PAIRS IN EACH RACK AND LENGTH



0.4 mm  
(16 pairs)
0.5 mm  
(2 pairs)
0.5 mm  
(30 pairs)
0.65 mm  
(10 pairs)

## 2. REALIZANDO A MEDIÇÃO

A forma mais simples de realizar medições é usando o software AMT (Automated Measurement Tool) para controle dos NAs. Este software pode controlar os equipamentos desde que esteja devidamente conectado ao NA. Ligue o computador e use a conta “Labit” cuja senha é l@b1t3r1css0n que é administradora e possui os arquivos do SVM. A figura 10 mostra o computador que pode ser utilizado. Ele se encontra no Labit juntamente com sua fonte de alimentação e softwares instalados. Ao ser conectado, o dispositivo (NA) irá exibir três luzes. O dispositivo estará pronto quando apenas o led “ready” estiver aceso.

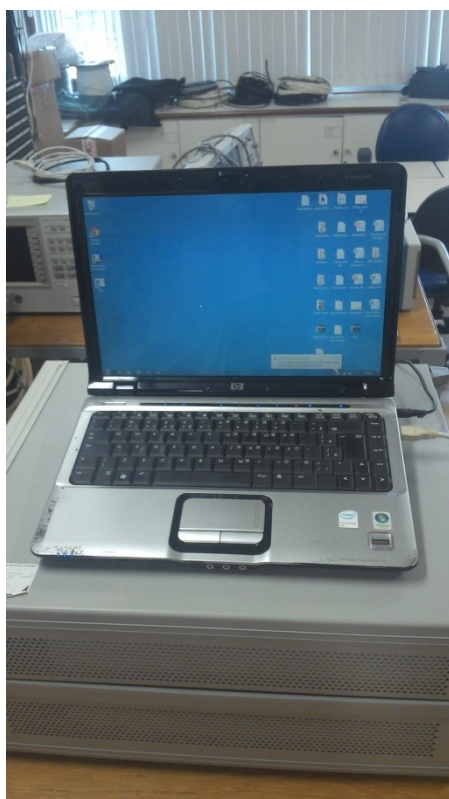


Figura 10. Computador conectado ao analisador pela conexão USB.

Ligue o analisador pressionando o botão “line” no canto inferior esquerdo da parte da frente do aparelho ao lado do leitor de disquete. O NA precisa de um tempo para aquecer e tornar-se estável. Este tempo de aquecimento pode ser chamado “tempo de warming” e significa uma espera, aproximadamente de 20 ou 25 minutos.

Dando continuidade, basta abrir o Matlab® e localizar a pasta que está o software AMT. Neste computador, o script pode ser encontrado no repositório SVN, inclusive possibilitando atualização remota se alguma alteração for feita. O diretório é:

*F:\SVNRepository\lq\softwares\AMT\branches\AMT\_noise\_identification2*



Execute o script “main\_AMT”. O software irá pedir que você escolha algumas opções. Abaixo são exibidas as escolhas para a obtenção de medições em Phantom Mode:

1)

Which quantity do you want to measure? TYPE...

- "1" for INPUT IMPEDANCE (Zin);
- "2" for SCATTERING PARAMETER (S11);
- "3" for TRANSFER FUNCTION (TrF) or;
- "4" for POWER SPECTRUM DENSITY (PSD).

Quantity: **2**

Como o PMM (Phantom Mode Measurement) também é um tipo de medida de S11 então esta deve ser a opção. Se o software estiver atualizado, a opção PMM deve estar presente e a mesma deve ser selecionada.

2)

How many measurements do you want? (min.= 3 / max.= 10): **3**

Ao final das três medições, é realizada uma média. Não são gerados mais arquivos por ter três ou dez medições, é apenas uma quantidade que deve gerar maior ou menor confiança no processo. Está sugerido o valor três no exemplo apenas para dar a noção que não há problemas em realizar apenas três medições.

3)

Do you want to calibrate the measuring instrument? TYPE...

- "0" to SKIP calibration.
- "1" to PERFORM calibration;

Calibration: **1**

Aqui uma nota importante é deixada. Se o equipamento acabou de ser ligado, é preciso que o equipamento seja calibrado. Isso fará com que ele reconheça e compense a grande quantidade de equipamentos conectados à sua saída. Da mesma forma, se algum equipamento é retirado ao adicionado ao circuito, deve ser calibrado novamente.

O processo de calibração é examinado na terceira seção deste documento. Se o NA já foi calibrado uma vez, não há necessidade de realizar novamente a calibração e você deve selecionar “0”.

Quando a opção para calibração é selecionada, aparecerá um diálogo extra:

Which calibration type do you want? TYPE...

- "1" for RESPONSE (short);
- "2" for RESPONSE & ISOLATION (short + load).
- "3" for S11 1-PORT (open + short + load).

Calibration type: **3**

Como nossa medida de interesse é o S11, a terceira opção deverá ser escolhida

4)

Which kind of device (or signal) do you want to measure? TYPE...

- "1" for TWISTED-PAIR CABLE or LOOP;
- "2" for ANY OTHER DEVICE (RESISTOR, TRANSFORMER, ETC.).

DUT's kind: **1**

As medições de PMM são realizadas em pares trançados.

5)

Give a name that describes the loop under test:

- If it is a standard test loop, type: Standard and number\_Insertion loss at 300 kHz (if ETSI loops).

Example: "CSA#4" or "ETSI#4-36dB"

- Otherwise, type: S1[gauge1(mm or AWG)-length1(meters or feet)]+S2[gauge2(mm or AWG)-length2(meters or feet)]+... etc.

If a certain section is a bridged tap, a "b" must be written after "Sx" (look example below, in special the third section - S3)

Example: "S1[40-150m]+S2[50-500m]+S3b[40-150m]+S4[24-1000ft]"

PLEASE, IT IS VERY IMPORTANT TO FOLLOW STRICTLY THE ADOPTED CONVENTION!

Name: **S1[40-500m]\_vp1vp3p1p2**

Acima é fornecido um exemplo genérico de nome a ser dado para uma medição. Lembrando que o nome deve seguir o padrão estabelecido no texto mostrado pelo software, fornecemos algo temporário que lembre os VPs e TPs utilizados para que depois o nome possa ser devidamente trocado pelo padrão estabelecido. Se o software atualmente já reconhece medições PMM, o nome deverá seguir o padrão oficial.

6)

Which is the loop termination? TYPE...

- "1" for OPEN;
- "2" for SHORT or;
- "3" LOAD (100 Ohms).

Termination: **1**

Nossas medições até hoje utilizaram a terminação em aberto. Apenas utilizando a mesma terminação que é a mais simples também, não é necessária nenhuma adaptação.

7)

The loop is made up of ...? TYPE...

- "1" for REAL CABLE(S) or;
- "2" for WIRELINE SIMULATOR(S).

kind: **1**

Esta opção apenas define que será utilizado um cabo real e não um simulador que gere o sinal.

8)

Frequency band of interest:

Type the initial frequency (in Hz): **0**

Type the final frequency (in Hz): **5e6**

As duas opções definem a faixa que a medição abrangerá. Como o balun utilizado vai até 60 MHz, 60e6 é o valor máximo para a medição, gerando aproximadamente 1300 pontos. Como no software de identificação de binder são utilizados 1000 pontos, esse valor parece razoável. Se você almeja um medição maior, outro balun deve ser utilizado e neste caso peça instruções à um membro do laboratório.

### **3. PROCESSO DE CALIBRAÇÃO**

Após os procedimentos que você já seguiu nos itens acima, aparecerá na tela do AMT a seguinte mensagem.

```

wholeBand =

      freqVect: [1160x1 double]
      nTones: 1160
      subBands: 2
      toneSpacing: 4.3125e+003
      tonesPerSubBand: [580 580]

clearing old instrument objects from workspace & memory...wait
Done!

creating a new instrument object...wait around 1 minute

```

Figura 11. Mensagem gerada pelo AMT

E em seguida outra mensagem, indicando que o Network Analyser (4395A) está pronto para realizar medidas com o auxílio do software AMT, ou seja, não há problemas de conexão entre o computador e o Network Analyser.

```

      freqVect: [1160x1 double]
      nTones: 1160
      subBands: 2
      toneSpacing: 4.3125e+003
      tonesPerSubBand: [580 580]

clearing old instrument objects from workspace & memory...wait
Done!

creating a new instrument object...wait around 1 minute
Done!

connecting the measuring instrument...wait
Done! your 4395A is ready for measurements!
█

```

Figura 12. Mensagem gerada pelo AMT – NA pronto

Quando estas mensagens surgirem não é necessário que você faça nada, apenas espere um momento. Após alguns instantes, aparecerão mensagens que solicitarão do leitor a conexão de alguns dispositivos de calibração no SETUP. As calibrações utilizadas em medidas de phantom podem ser de três tipos: open (terminação aberta), short (terminação em curto circuito) e load (terminação em com carga ou casada).

As ações para a calibração são simples, mas requerem um pouco de atenção. Você será interrogado para tomar algumas ações; basicamente alterar a terminação do dispositivo sem estar conectado ainda ao panel. Quando forem solicitadas terminações



em aberto (load), curto (short) e carga (load), as terminações devem estar como nas figuras 17, 18 e 19, respectivamente.

Em resumo, aparecerá no AMT uma mensagem (exibida abaixo) solicitando que a terminação fique em aberto, quando ela aparecer, deixe o setup conforme apresenta a figura 17 e depois pressione ENTER.

```
- OPEN calibration for sub-band 1 is to be performed...  
Apply OPEN, then press <ENTER>
```

Figura 13. Mensagem gerada pelo AMT – Calibração em circuito aberto

Em seguida o AMT solicitará que a terminação fique em curto circuito. Então deixe o setup conforme apresenta a figura 18 e depois pressione ENTER.

```
- OPEN calibration for sub-band 1 is to be performed...  
Apply OPEN, then press <ENTER>  
Done!  
- SHORT calibration for sub-band 1 is to be performed...  
Apply SHORT, then press <ENTER>
```

Figura 14. Mensagem gerada pelo AMT – Calibração em curto-circuito

Em seguida o AMT solicitará que a terminação fique em carga. Então deixe o setup conforme apresenta a figura 19 e depois pressione ENTER.

```
Apply OPEN, then press <ENTER>  
Done!  
- SHORT calibration for sub-band 1 is to be performed...  
Apply SHORT, then press <ENTER>  
Done!  
- LOAD calibration for sub-band 1 is to be performed...  
Apply LOAD, then press <ENTER>
```

Figura 15. Mensagem gerada pelo AMT – Calibração em carga

Lembrando que você deve retirar o cabo em curto e substituí-lo pelo cabo que realiza a calibração em carga. Para isso proceda conforme a figura abaixo.



Figura 15. Alicates boca de jacaré, retirando o cabo

Você deverá repetir o mesmo procedimento de acordo com a frequência final que você escolheu. Logo quanto maior a frequência, maior será o número de vezes que você precisará repetir o mesmo procedimento. Para a frequência de 5 MHz (5e6), por exemplo, serão necessárias apenas duas calibrações.

Isso devesse ao fato de que o programa possui uma quantidade limitada de pontos. Logo para discretizar o sinal de maneira mais eficiente, ele divide uma faixa de frequência maior em várias menores para poder discretizar o sinal com maior eficiência. É gerada uma sub-banda para cada 3.4 MHz de frequência, por isso são geradas duas sub-bandas quando se usa a frequência de 5 MHz, logo o procedimento deverá ter duas calibrações. Em resumo, pode-se dizer que o número de calibrações é igual ao número de sub-bandas utilizadas pelo AMT.

Após a calibração estar pronta o AMT exibirá a seguinte mensagem:

```
Apply LOAD, then press <ENTER>

Done!
"Ed", "Er" and "Es" error coefficients successfully computed!
calibration saved in CAL2_S file!

"S11 1-PORT" calibration done!

*****

Connect Device Under Test (DUT), then press <ENTER>
█
```

Figura 16. Mensagem gerada pelo AMT – Conectando os pares para medição

Após esta mensagem você conectará os pares ao circuito fantasma e começara a medição também pressionando o ENTER.

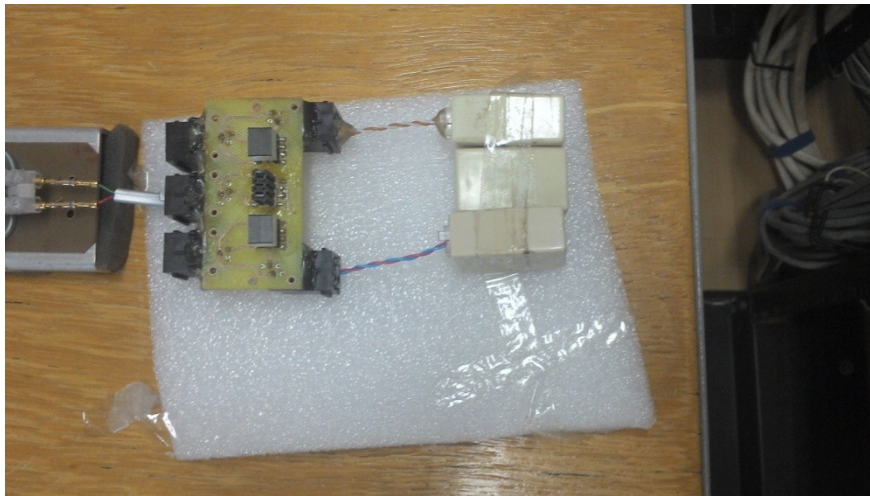


Figura 17. Circuito com sua extremidade vazia. Isso significa terminação em aberto, uma impedância tomada como infinita.

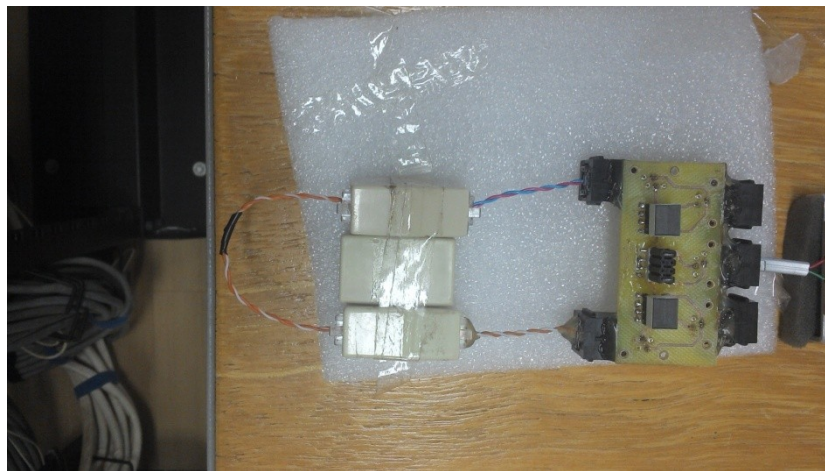


Figura 18. Terminação com curto-circuito, ou de forma abreviada, em curto.

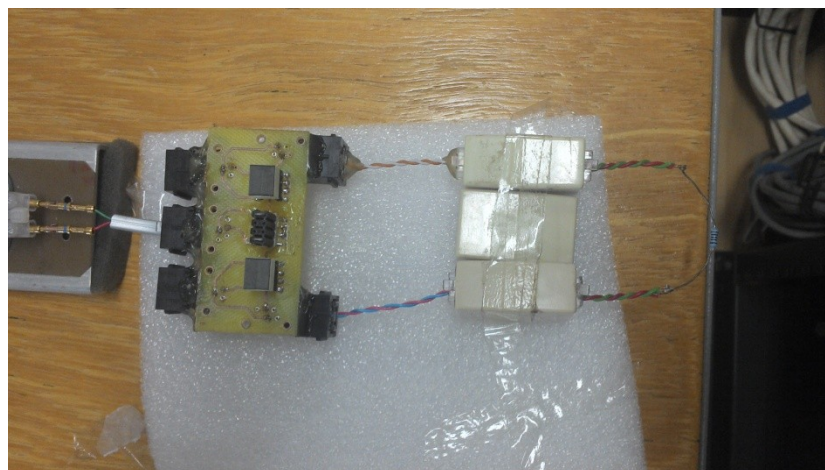


Figura 19. Terminação com resistência de 100 Ohms entre as suas extremidades.



#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As medições realizadas podem ser encontradas no diretório:

*C:\work*

Lá deve haver diversas pastas. Quando são realizadas medições, elas ficam armazenadas na pasta com a data do dia atual. Lembre de verificar se a data do computador está atualizada antes de realizar medições para evitar confusões.

Um projeto de interface gráfica foi iniciado, mas não concluído. De fato, a interface é funcional, basta adicionar e substituir os três arquivos à pasta de interesse:

<https://www.dropbox.com/s/z3yjggsdxmo8fj7/AMTGUI.rar>

Não haverá perda na função `main_AMT` pois foi adicionado apenas um teste no início do script. Se o software foi atualizado, recomendo copiar os arquivos para uma pasta e testar nesta cópia. Algumas ações a interface precisam ser melhoradas no momento que este tutorial foi escrito.