

Entenda os parâmetros TCL (perda de conversão transversal) e TCTL (perda de transferência de conversão transversal)

Por Dr. Paulo Marin, Eng°.

Há vários parâmetros elétricos de transmissão para cabo metálico que têm relação com seu grau de balanceamento, entre eles a TCL (perda de conversão transversal) e a TCTL (perda de transferência de conversão transversal). Antes de discutirmos esses parâmetros, suas relações com o grau de balanceamento do cabo e suas especificações de testes vejamos o significado de balanceamento. Em uma transmissão balanceada, uma tensão de mesma amplitude e fase oposta é aplicada a ambos os condutores de um par conforme ilustrado na figura 1.

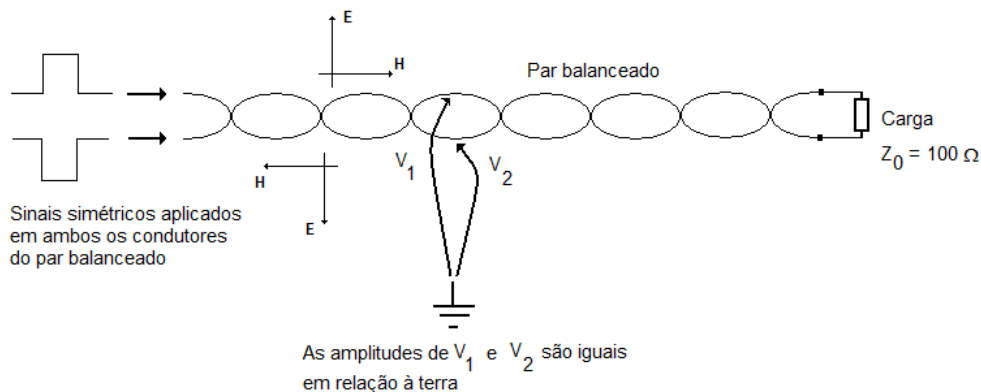


Figura 1 - Conceito de balanceamento elétrico para um cabo de par trançado

Os campos elétrico e magnético criados por um dos condutores cancelam os mesmos campos criados pelo outro condutor do par, levando o sistema balanceado a um nível de radiação muito baixo. Um ruído gerado por uma fonte externa, como aquele proveniente de uma antena de um transmissor de rádio, gera uma tensão de mesmas amplitude e fase, ou uma tensão de ruído de modo comum, em cada condutor do par. A diferença entre as tensões nos dois condutores de um par proveniente desse ruído acoplado, denomina-se tensão diferencial, que será, nesse caso, efetivamente nula. Uma vez que o sinal desejado no par é um sinal diferencial, a interferência resultante (que será praticamente nula em circuitos com balanceamento eficiente) não afetará a transmissão. O grau de balanceamento elétrico pode ser determinado pela relação entre a tensão diferencial e a tensão de ruído de modo comum, expressa em dB. De fato, os parâmetros de balanceamento de um cabo são sempre especificados com base em relações entre tensões elétricas (em dB).

O balanceamento de modo comum aplica-se a sistemas de transmissão diferencial (que não utilizam o plano de terra como condutor). O balanceamento de modo comum é a relação entre as amplitudes do sinal de modo comum e do sinal de modo diferencial dentro de um sistema. Um sistema puramente diferencial sem um

componente de modo comum é considerado perfeitamente balanceado (os sinais em cada um dos condutores estão em fase oposta, conforme mostrado na Figura 1).

Qualquer elemento de um circuito não balanceado dentro de um canal de transmissão balanceado gera uma região de acoplamento parcial entre os modos comum e diferencial de transmissão. Tal acoplamento pode converter parte de um sinal diferencial em um sinal de modo comum ou vice-versa.

Problemas de conversão de modo diferencial em modo comum normalmente ocorrem nas placas de rede e adaptadores para conexões de equipamentos ativos em redes locais (LAN). Os cabos de pares trançados sem blindagem não têm qualquer conexão à terra e portanto, em teoria, não acoplam ruídos de modo comum ao sistema. No entanto, devido a capacitâncias entre os polos do transformador isolador utilizado na placa de rede (ou porta do switch) e o *chassis* do equipamento, e também a uma capacitância parasita entre um condutor do par e o plano de terra (ao qual o chassis do equipamento está conectado), uma corrente de *loop* de terra fechará o circuito e algum ruído de modo comum (tensão de ruído) será acoplado no sistema de comunicação. A Figura 2 apresenta esse mecanismo.

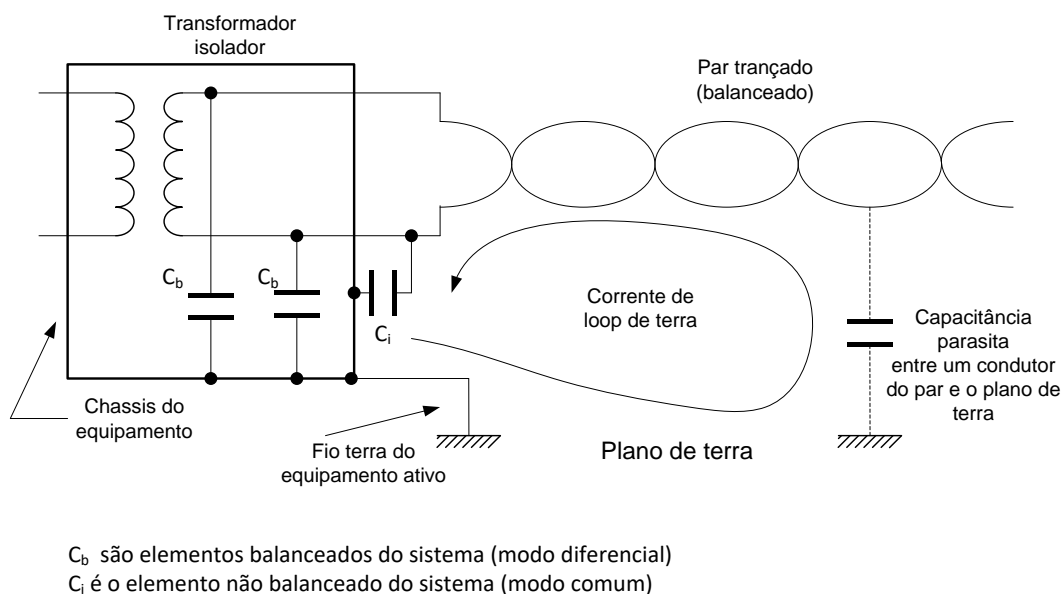


Figura 2 - Corrente de *loop* de terra em função de elementos não balanceados em um sistema transmissão balanceado

A perda de conversão transversal (TCL) é a relação (expressa em dB) entre a tensão do sinal balanceado (transversal) e a tensão longitudinal de modo comum (proveniente do desequilíbrio resistivo do par) medida na extremidade local do canal de transmissão (considerada aquela na qual o gerador é colocado). A extremidade oposta deve ser terminada com uma carga igual a impedância

característica do meio para a realização do teste. Assim, essa medição mostra quanto de ruído de modo comum foi acoplado ao sistema a partir de uma dada localidade. O grau de balanceamento do sistema será melhor quanto menor a tensão de ruído acoplada no canal. Em outras palavras, quanto maior a figura de TCL em dB, melhor o grau de balanceamento do canal. A Figura 3 apresenta um arranjo simplificado da relação entre as tensões transversal e longitudinal para um canal balanceado.

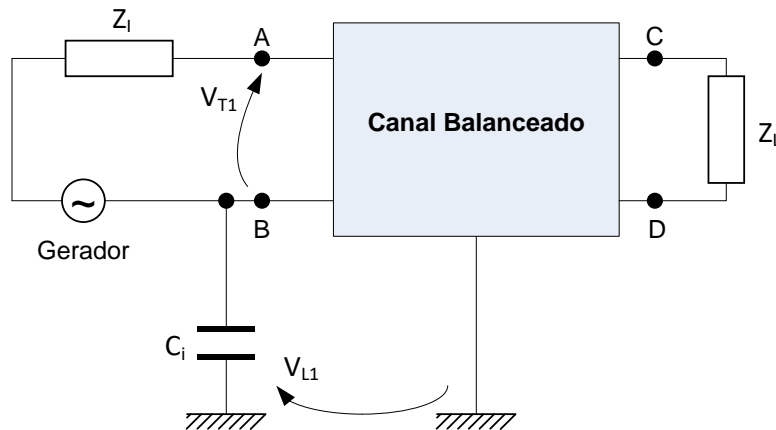


Figura 3 - Modelo simplificado para a avaliação de TCL

A partir do modelo apresentado na Figura 3, a TCL pode ser determinada com base na expressão abaixo:

$$TCL = 20 \log \left| \frac{V_{T1}}{V_{L1}} \right| (dB) \quad (1)$$

Na expressão (1), V_{T1} é a tensão de modo diferencial local (transversal) e V_{L1} é a tensão longitudinal local (de modo comum). Vale salientar que a medição de TCL serve para verificar o grau de balanceamento do canal passivo, sem qualquer relação com os equipamentos ativos.

A perda de transferência de conversão transversal (TCTL) é a relação (expressa em dB) de uma tensão longitudinal gerada na saída (ou extremidade remota) do canal e a tensão de modo diferencial (transversal) na entrada do canal (extremidade local). Em outras palavras, a TCTL pode ser entendida como a tensão longitudinal gerada na extremidade remota do canal a partir de uma fonte colocada em sua entrada. A Figura 4 apresenta um arranjo simplificado da relação entre as tensões diferencial e de modo comum para a medição da TCTL.

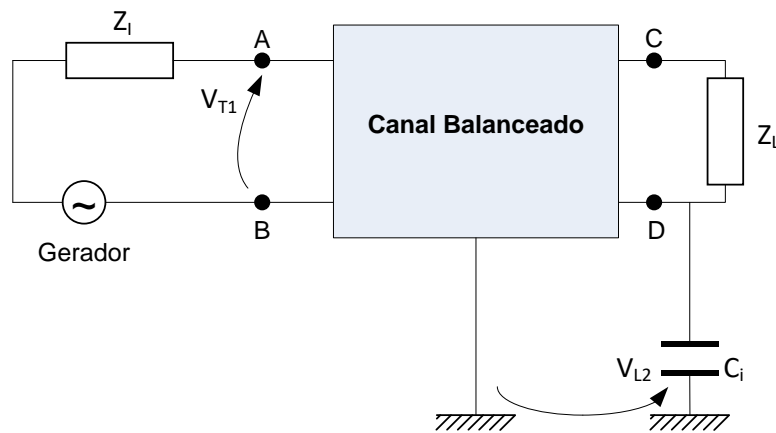


Figura 4 - Modelo simplificado para a avaliação de TCTL

A partir do modelo apresentado na Figura 4, a TCTL pode ser determinada com base na expressão abaixo:

$$TCL = 20 \log \left| \frac{V_{T1}}{V_{L2}} \right| (dB) \quad (2)$$

Na expressão (1), V_{T1} é a tensão de modo diferencial local (transversal) e V_{L2} é a tensão longitudinal na extremidade remota (de modo comum). Vale salientar que, da mesma forma que a TCL, a medição de TCTL serve para verificar o grau de balanceamento do canal passivo, sem qualquer relação com os equipamentos ativos.

Os parâmetros TCL e TCTL são de extrema importância para a avaliação do grau de balanceamento de cabos de pares trançados. Esses testes devem sempre ser realizados em laboratório, por fabricantes de cabos e sistemas de cabeamento estruturado. Em campo, para algumas configurações de cabeamento, há normas que especificam sua medição.

Para concluir, a norma internacional ISO/IEC 11801-1:2017 (*Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 1: General requirements*), usada como referência para a norma brasileira de cabeamento estruturado para edifícios comerciais (a ABNT NBR 14565:2019), traz especificações para os parâmetros TCL e TCTL, entre outros. De qualquer maneira, de acordo com a ISO/IEC 11801-1, a medição desses parâmetros em campo (para o cabeamento instalado) não é um requisito.