

3

Técnicas de sondagem do Canal Banda Ultra Larga

Neste capítulo, iremos descrever os equipamentos de medida (sonda do canal), assim como os procedimentos utilizados para a obtenção dos dados experimentais que determinam as funções de transferência do canal, explicadas no capítulo 2.

Existem duas técnicas básicas para sondagem do canal UWB: a técnica no domínio do tempo e a técnica no domínio da frequência.

Neste trabalho, somente a técnica de sondagem em frequência do canal foi utilizada. Porém, a técnica no domínio do tempo será explicada na seção 3.1, pelo fato da sua equivalência com a técnica no domínio da frequência [7], [8].

A técnica no domínio da frequência será explanada na seção 3.2 e sua aplicação na sondagem da banda utilizada nesta dissertação, será feita na subseção 3.2.1.

3.1.

Técnica no Domínio do Tempo

Na técnica de sondagem no domínio do tempo, uma antena transmissora envia um pulso ou trem de pulsos curtos através do canal.

No receptor, uma antena recebe estes pulsos que passam por um amplificador para serem posteriormente capturados através de um osciloscópio de amostragem digital. Para que haja sincronismo entre o pulso transmitido e o recebido, o gerador de pulsos é conectado ao osciloscópio [9]-[11].

A Figura 2 ilustra os típicos equipamentos utilizados na sondagem no domínio do tempo.

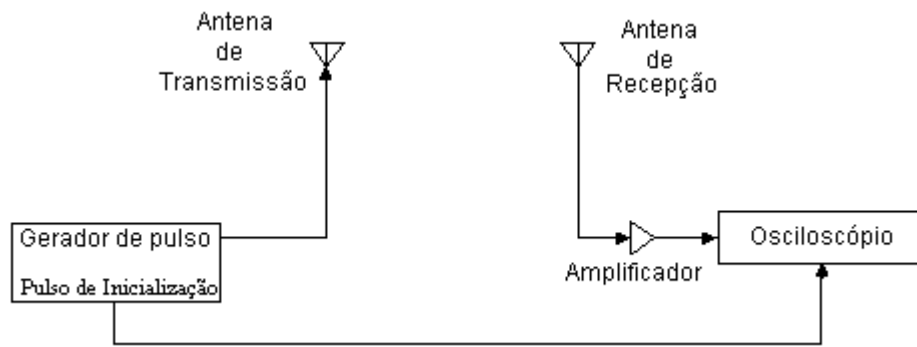


Figura 2-Equipamentos utilizados para a sondagem do canal UWB no domínio do tempo.

Nesta técnica, a obtenção da resposta impulsiva individual do canal a um único pulso, que possui largura de pulso, T_{bb} , é feita através da deconvolução do pulso transmitido e do pulso recebido.

Assim, a transmissão de um trem de pulsos que possui largura de pulso, T_{bb} , e período de repetição, T_{REP} , nos revelam após sucessivas deconvoluções, as características da resposta impulsiva do canal, $h(\tau, t)$, com valor de $\tau = t - t_0$, sendo t_0 , o tempo de chegada da primeira réplica do pulso de transmissão.

A Figura 3 ilustra a transmissão de um trem de pulsos com largura de pulso T_{bb} e período de repetição, T_{REP} , assim como a resposta impulsiva do canal no domínio do tempo com seus valores de τ_{max} (tempo de observação exato de cada resposta impulsiva).

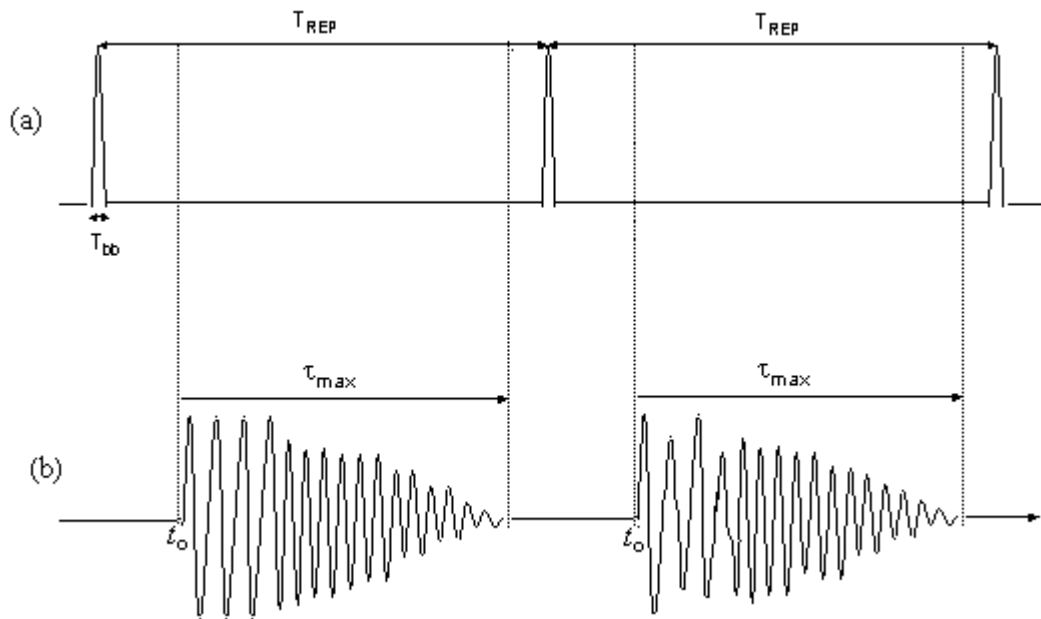


Figura 3- Transmissão de um trem de pulsos com largura de pulso T_{bb} e período de repetição T_{REP} . (a) Sinal transmitido.(b) Respostas impulsivas do canal, $h(\tau, t)$.

Nesta técnica, a escolha do valor de T_{bb} é feita para determinar a resolução da sonda, dada pela equação (3.1), que é definida como o menor intervalo de tempo para que ocorra a distinção entre as componentes do multipercurso. Assim, quanto menor o valor de T_{bb} , maior será o número de componentes de multipercurso detectadas no receptor.

$$\tau = T_{bb} \quad (3.1)$$

A escolha do valor de T_{REP} é feita para determinar o tempo máximo de observação da respostas do canal a um único pulso [23]. Assim, o valor de T_{REP} deve ser suficientemente pequeno (mas maior que o tempo de retardo máximo, τ_{max}) para caracterizar a resposta temporal do canal a um único pulso e ao mesmo tempo grande o suficiente para garantir que a resposta temporal proveniente de um pulso de transmissão tenha decaído antes da próxima transmissão.

A desvantagem desta técnica está no alto valor necessário da relação sinal-pico médio do pulso de transmissão, para que réplicas distorcidas de baixa amplitude do pulso de transmissão sejam detectadas.

3.2. Técnica no Domínio da Frequência

Na técnica de sondagem no domínio da frequência, um analisador de rede vetorial é usado como transceptor, excitando uma portadora senoidal sobre pontos discretos de frequência de uma banda extremamente grande (maior que 500MHz). A Figura 4 ilustra os típicos equipamentos utilizados para a sondagem do canal UWB no domínio da frequência.

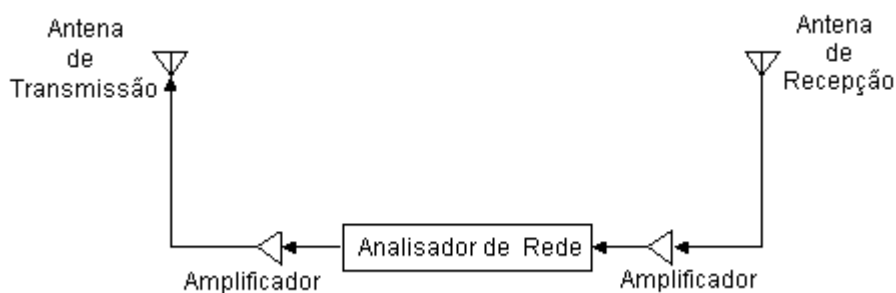


Figura 4- Equipamentos utilizados para a sondagem do canal UWB no domínio da frequência.

Para cada frequência discreta da banda, o analisador de rede no modo de transmissão envia um nível de sinal conhecido pela porta 1 (porta de transmissão) e monitora o sinal recebido na porta 2 (porta de recepção) do analisador de rede vetorial. Desta maneira, informações de amplitude e fase para cada frequência discreta são obtidas.

Medidas sucessivas das informações de fase e amplitude para cada ponto discreto da banda, revelam o comportamento da função de transferência variante no tempo, $T(f, t)$ (vista no capítulo 2).

O valor de $T(f, t)$ é mostrado na forma de matriz através da equação:

$$[T]_{f \times t} = [A]_{f \times t} \times \left[\cos\left([F]_{f \times t} \times \frac{\pi}{180}\right) + j \sin\left([F]_{f \times t} \times \frac{\pi}{180}\right) \right], \quad (3.2)$$

onde $[A]_{f \times t}$ e $[F]_{f \times t}$ representam as amplitudes e fases para cada ponto de frequência discreto da banda utilizada na sondagem.

A obtenção da resposta impulsiva, $h(\tau, t)$, através desta técnica é feita de forma indireta através da aplicação da transformada Fourier inversa a cada coluna da matriz dada pela equação (3.2).

A aplicação da transformada de Fourier inversa provoca a mudança de domínios: domínio da frequência para o domínio dos retardos. A mudança para o domínio dos retardos requer um novo fundo de escala dado pelo retardo máximo, como mostrado pela equação (3.3) [16]:

$$\tau_{\max} = \frac{(N-1)}{B}, \quad (3.3)$$

onde B é a largura de banda e N é o número de pontos amostra utilizados na banda.

A resolução no domínio dos retardos é dada pela equação [16] :

$$\tau_{\min} = \frac{1}{B}, \quad (3.4)$$

Existem críticas a esta técnica de sondagem no domínio da frequência, referentes à duração do tempo para se obter as informações de amplitude e fase, pois as medidas não são adquiridas de forma instantânea, leva-se um determinado tempo para se varrer todas as frequências discretas. Desta forma, pode-se obter uma resposta impulsiva errada, visto que, o canal de radio é variante no tempo. Apesar desta crítica, a técnica está de acordo com a teoria, e muitos na literatura sobre UWB a utilizam [8], [12]-[15].

3.2.1.

Aplicação da técnica de sondagem em frequência para a banda de 850Mhz

Nesta dissertação, o analisador de rede vetorial usado como transceptor, excitou uma portadora senoidal sobre 1601 pontos discretos numa largura de banda de 850Mhz que variava de 950MHz a 1800MHz, o que resultou numa separação em frequência de 0,53MHz entre os pontos discretos de amplitude e fase obtidos.

A utilização da banda de 850Mhz representou a obtenção de uma resolução $\tau_{\min} = 1,17$ ns para resposta impulsiva (ver equação 3.4), o que significou que componentes de multiprecurso (raios) separadas de 35 cm poderiam ser detectadas pela sondagem em frequência do canal.

O Máximo tempo de observação da resposta impulsiva ($\tau_{\max}$), proporcionada pela banda de 850 MHz uniformemente distribuída em 1601 amostras foi de 1882,35 ns, ou seja, todas as componentes de multiprecurso (raios) com percursos de até 564 m poderiam ser detectadas pela sondagem em frequência do canal.

Desta forma, no domínio dos retardos obteve-se a para cada “varredura em frequência” uma resposta impulsiva com 1601 pontos discretos espaçados de $\tau_{\min}$, sendo o primeiro ponto igual a zero e o ultimo ponto igual a $\tau_{\max}$.