

4

Processo de medição das vibrações: ferramenta MWD/LWD

São ferramentas localizadas próximos à broca e compostas de conjuntos de magnetômetros e acelerômetros, além de permitir a perfilagem enquanto se perfura. Hoje este tipo de ferramenta integra medições direcionais e de perfilagem, o que não ocorria no passado dando uma maior agilidade à operação.

Harmful Downhole Conditions	Primary Indication	Secondary Indication
Whirl	High Average X & Y Accelerations	Instantaneous Data Analysis
Torsional Vibration	Separation Between Average X & Y Accelerations	Separation Between Peak X & Y Accelerations
Axial Vibration	High Peak Z Acceleration	High Average Z Acceleration

Tabela 4.1. A partir de sensores como identificar vibrações (ZANNONI, S.A.; CHEATHAM C.A.; CHEN C-K.D.; GOLLA C.A. SPE 264341,1993)

O conjunto MWD responde basicamente pela posição do poço a cada instante transmitindo dados de inclinação e azimute. Importante ressaltar que estes tipos de sensores sofrem interferência magnética sendo necessário um espaçamento de ferramentas não magnéticas afim de assegurar a integridade da informação. Já o conjunto LWD responde pelas informações provenientes da formação que está sendo perfurada. São diversos sensores, cada um com seu propósito diferenciado, os quais são descritos a seguir:

- Raios gama: identificar a argilosidade da formação;
- Resistividade: auxilia na identificação do tipo de fluido existente nos poros da formação
- Sônico e densidade neutrão: indica porosidade da rocha
- Ressonância magnética: identifica os fluidos contidos na rocha e fornece estimativa de fluido livre, que pode ser extraído, e fluido confinado, que não pode ser extraído.
- Teste de pressão: pequeno sub que consegue medir a pressão da formação

Com o conjunto LWD/MWD é possível detectar o contato óleo/água, determinar os limites de reservatório de petróleo e conhecer com maior precisão o tipo de formação que se está perfurando influenciando diretamente na direção do poço a ser seguida e a determinação precisa do término de um poço por exemplo. A tecnologia de transmissão em tempo real permite uma operação mais ágil e por muitas vezes não se torna necessário uma nova descida de sensores via cabeamento devido a precisão e velocidade de resposta destas ferramentas.

Dados são transmitidos em tempo real por telemetria através de um atuador, conhecido como *pulser*, localizado dentro da ferramenta produzindo perturbações/pulsos no fluido de perfuração que são interpretados em computadores na superfície por meio de um transdutor de pressão. Além desta transmissão em tempo real, os dados também são armazenados na memória da ferramenta que quando em superfície é feito uma extração de dados através de cabos diretamente na própria ferramenta.

Para um melhor entendimento de como os dados de vibração são efetivamente obtidos pelos sensores presentes nas ferramentas de LWD/MWD será explicitado o funcionamento de uma ferramenta de uma companhia de serviços de perfuração que atende as principais operadoras atuantes no Brasil. Em relação ao *hardware* da ferramenta as partes eletrônicas e acelerômetros são montadas no inserto de uma ferramenta LWD/MWD (Figura 4.1). O sensor é localizado a 0,55 metros ao final da conexão do tipo pino no sub que contém o sensor de raios gamma. Três acelerômetros localizados ortogonalmente são utilizados para medição dos três eixos de aceleração: X, Y e Z. Estes acelerômetros são especificados para valores $\pm 200 g$'s com uma resposta em frequência de 0 a 2300 Hz e uma resolução de 0,2 g. O eixo X é utilizado para medir ambas acelerações do tipo lateral e radial. O eixo Y é utilizado para medir ambas acelerações do tipo lateral e tangencial e o eixo Z é usado para medição do eixo axial. A orientação dos acelerômetros está ilustrada na Figura 4.1. O sinal de cada eixo é condicionado usando três diferentes métodos: média, picos e valores instantâneos.

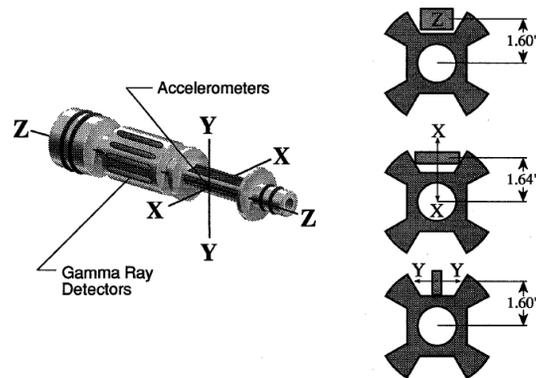


Figura 4.1. Esquema de localização de acelerômetros em ferramenta LWD/MWD. (ZANNONI, S.A.; CHEATHAM C.A.; CHEN C-K.D.; GOLLA C.A. SPE 264341,1993)

As medidas tem uma média de alcance de 0 a 45 g e uma resolução de 0,2 g. Esta medição média representa a aceleração média dentro de um intervalo de tempo específico.

A medição de picos tem alcance de 0 a 200g e uma resolução de 1g. Esta medida representa a maior aceleração ocorrida em um determinado intervalo de tempo específico

Já a medição instantânea tem um alcance de $\pm 20g$ até $\pm 200g$ e uma resolução respectivamente 0,2g e 1g. A aceleração instantânea pode ser lida em alcances de frequência entre 500 e 2000 Hz. Esta medição é utilizada para análise de frequência.

Um microprocessador na própria ferramenta é responsável pelo processamento e armazenamento dos dados. Os dados de pico, média e valores instantâneos de aceleração dos três eixos são medidos no fundo do poço, porém antes que o sensor seja incorporado ao BHA são configurados o intervalo em que os dados serão gravados afim de que a memória contida possa suportar gravações durante toda a corrida. Já na superfície os dados são lidos através de ligação direta na ferramenta através de cabo interligado a computadores na cabine LWD/MWD na própria sonda, porém estes mesmos dados são enviados por telemetria em tempo real através de pulsos de pressão no fluido de perfuração, embora em uma resolução de dados menor. Para adquirir dados a alta frequência, um conjunto contento um transdutor (*transducer*) está alocado em um indutor eletromagnético e é acelerado a frequências de 200 até 7500 Hz. A função de transferência instantânea é controlada por um filtro eletrônico. As funções de transferência da

média e picos são determinadas pelos seus componentes eletrônicos e entre o conjunto de acelerômetros.