



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE**

**Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Elétrica**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Sistema de Detecção de Alívio de Peso em
Operações de Perfilagem de Poços de Petróleo**

Thiago Alberto Barbosa

**Trabalho apresentado à coordenação de
Engenharia Elétrica da UFCG como parte
dos requisitos necessários à obtenção do
título de Engenheiro Eletricista.**

**Campina Grande – PB
Dezembro/2003**



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFÇG

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - DEE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno: Thiago Alberto Barbosa

Professor Orientador: Luis Reyes Rosales Montero

Banca Examinadora:

Prof. Luis Reyes R. Montero
Orientador

Prof. Convidado

Campina Grande – PB
Dezembro/2003

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	3
APRESENTAÇÃO	4
CAPÍTULO 1 – A OPERAÇÃO DE PERFILAGEM.....	6
CAPÍTULO 2 – CÉLULA DE CARGA.....	9
2.1 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO.....	9
2.2 ESPECIFICAÇÕES DA CÉLULA DE CARGA.....	12
CAPÍTULO 3 – SOLUÇÃO PROPOSTA	13
3.1 CIRCUITO DE CONDICIONAMENTO	15
3.2 O CONVERSOR A/D.....	16
3.3 O MICROCONTROLADOR.....	17
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
AFERIÇÃO E CALIBRAÇÃO.....	25
PRECISÃO	26
BIBLIOGRAFIA	27
ANEXOS	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de um perfil.....	6
Figura 2: Caminhão para operações em terra.....	7
Figura 3: Operação de Perfilagem em terra.	8
Figura 4: Extensômetro ou Strain Gage.....	9
Figura 5: Circuito equivalente da celua de carga.	9
Figura 6: Gráfico de deformação x carga, mostrando histerese, repetibilidade e não linearidade.	10
Figura 7: Diagrama de Blocos do Sistema de detecção de alívio	13
Figura 8: O Circuito.....	14
Figura 9: Circuito de condicionamento de sinal proposto.	15
Figura 10: Conversor ADC0804	16
Figura 11: O microcontrolador 4051	17
Figura 12: Fluxograma do programa do microcontrolador.....	19
Figura 13: O Display.....	24
Figura 14: Início de escala.	25
Figura 15: Fim de escala.	26

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Especificações da Célula de Carga.....	12
--	----

Agradecimentos

É realmente difícil listar aqui o nome de todas as pessoas a quem devo agradecer a contribuição que me deram nessa conquista. Mas alguns nomes não podiam deixar de ser lembrados. Cacilda a minha mãe querida e toda minha família, minha noiva Josiane, meus sempre companheiros na Universidade, Júlio César, Jaidilson e Kleber. O amigo que tanto me ajudou nesse projeto, Tomás Víctor, e o professor Luís Reyes pela orientação dada nesse projeto. Cada qual com sua pequena ou grande contribuição, são responsáveis mais

Apresentação

O serviço de Perfilagem de poço de petróleo consiste na aquisição de informações de um poço com o intuito de identificar zonas de produção, ou seja, zonas de onde é possível se extrair óleo e/ou gás. Para realizar essa aquisição de dados, uma ferramenta de perfilagem presa por um cabo é baixada dentro do poço. Durante esse tipo de operação, é possível que a ferramenta alcance o fundo do poço ou fique presa em algum ponto do meio do poço, e o guincheiro continue a descer cabo desnecessariamente. No momento da retirada da ferramenta do poço, o cabo em excesso pode enrolar ocasionando um nó que danifica o cabo, resultando na perda de tempo na operação, já que o cabo deverá ser reparado ou substituído [1].

Nos sistemas atuais, quando se está perfilando um poço, utiliza-se um dispositivo chamado Célula de Carga, ou Load Cell, para identificar o momento que a ferramenta toca o fundo do poço ou o momento em que a ferramenta fica presa. Esse dispositivo monitora a tensão aplicada ao cabo de perfilagem, e no momento em que a ferramenta toca o fundo ou fica presa, a tensão no cabo cai bruscamente visto que a ferramenta estará apoiada numa superfície e não será mais vista como carga para o cabo. Um display mostra continuamente a variação da tensão no cabo enquanto a ferramenta desce no poço [1].

O problema é que a monitoração do valor da tensão no cabo é feita visualmente pelo guincheiro ou pelo engenheiro responsável pela operação, e esses devem estar sempre atentos para uma queda brusca na tensão do cabo o que indica o fundo do poço ou que a ferramenta prendeu.

A idéia desse trabalho é projetar um sistema que leia continuamente o valor da tensão no cabo de perfilagem e seja capaz de identificar uma queda brusca nessa tensão (que indica o fundo do poço), gerando um alerta para o operador do guincho, e possibilitando até mesmo o desligamento automático do motor do guincho, evitando assim que cabo em excesso seja baixado no poço.

Esse relatório se estrutura da seguinte maneira: No Capítulo 1 é apresentado o contexto em que se dá o projeto e a motivação para a sua realização. Em seguida, no Capítulo 2, é apresentado o dispositivo de Célula de Carga, dispositivo esse que é fundamental no desenvolvimento do projeto. No Capítulo 3 é descrita a solução sugerida para o problema. E por fim, existe uma seção que contém as considerações finais sobre o projeto.

Capítulo 1 – A operação de Perfuração

Depois que um poço é perfurado, é necessário identificar regiões ou profundidades, em que existe óleo e gás passíveis de extração, que são chamadas de zonas de produção de um poço. A partir da Perfuração de um poço é possível medir propriedades como Radiação Natural (Gamma Ray), Condutividade ou Resistividade da formação (Dual Induction, ou Dual Laterolog), Tempo de viagem sônico, Taxa de nêutrons (Porosidade), Densidade elétrica (Bulk Density) e Diâmetro de poço aberto (Caliper) [1][4].

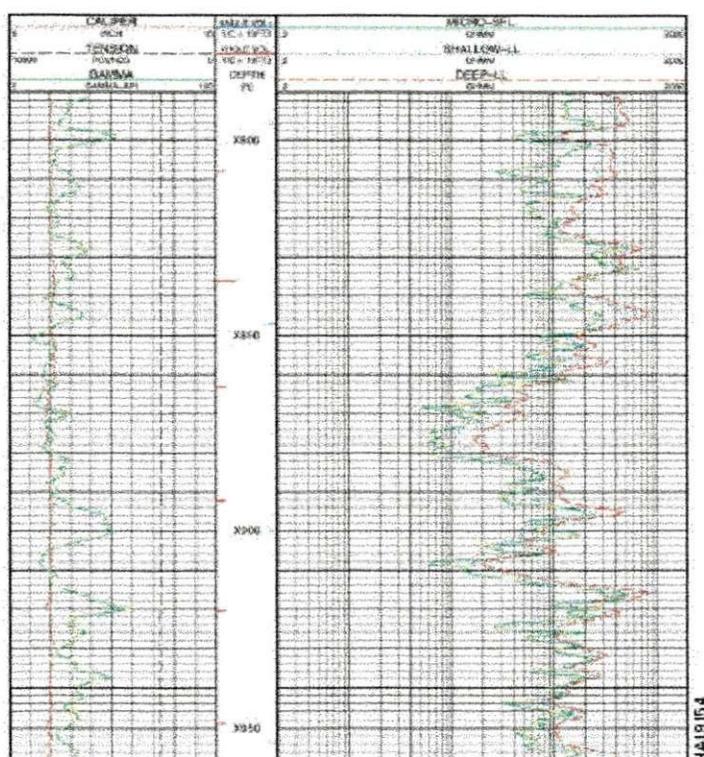


Figura 1: Exemplo de um perfil.

A partir dessas medições, é possível correlacionar esses dados para estimar a porosidade, permeabilidade, saturação de água, saturação de óleo, e saturação de gás, e a partir disso, precisar a profundidade na qual estão presentes óleo e gás passíveis de extração, o que caracteriza a localização da(s) zona(s) de produção. Outra importante informação adquirida é a inclinação da formação, que pode ser utilizada para determinar a localização de novos

poços. Todas essas informações são adquiridas para poço aberto. Um poço é considerado aberto após ser perfurado, e antes de ser revestido, depois de revestido, é chamado de poço revestido [1].

Para poços revestidos, medições são realizadas focalizando características de produção como, pressão, temperatura velocidade do fluido e densidade do fluido. Quando um poço tem múltiplos intervalos de produção, é importante saber quanto cada intervalo contribui para a produção como um todo. A qualidade do revestimento e do trabalho de cimentação é também examinada por perfilagem de poço revestido (CBL, PET, CIT) [1].

As operações de L&P são chamadas de *Wireline Operations*, são operações que utilizam um cabo com um ou mais fios condutores. Esse cabo é conectado a um caminhão (operações em terra ou onshore), visto na figura 2 [3], ou a uma unidade chamada *Skid* (operações em água ou offshore), onde está montado um sistema de controle e aquisição de dados da ferramenta de perfilagem [1].



Figura 2: Caminhão para operações em terra.

A ferramenta de perfilagem é então baixada no poço para realizar leituras específicas ou realizar operações específicas. Na figura a seguir é ilustrada uma operação de perfilagem.

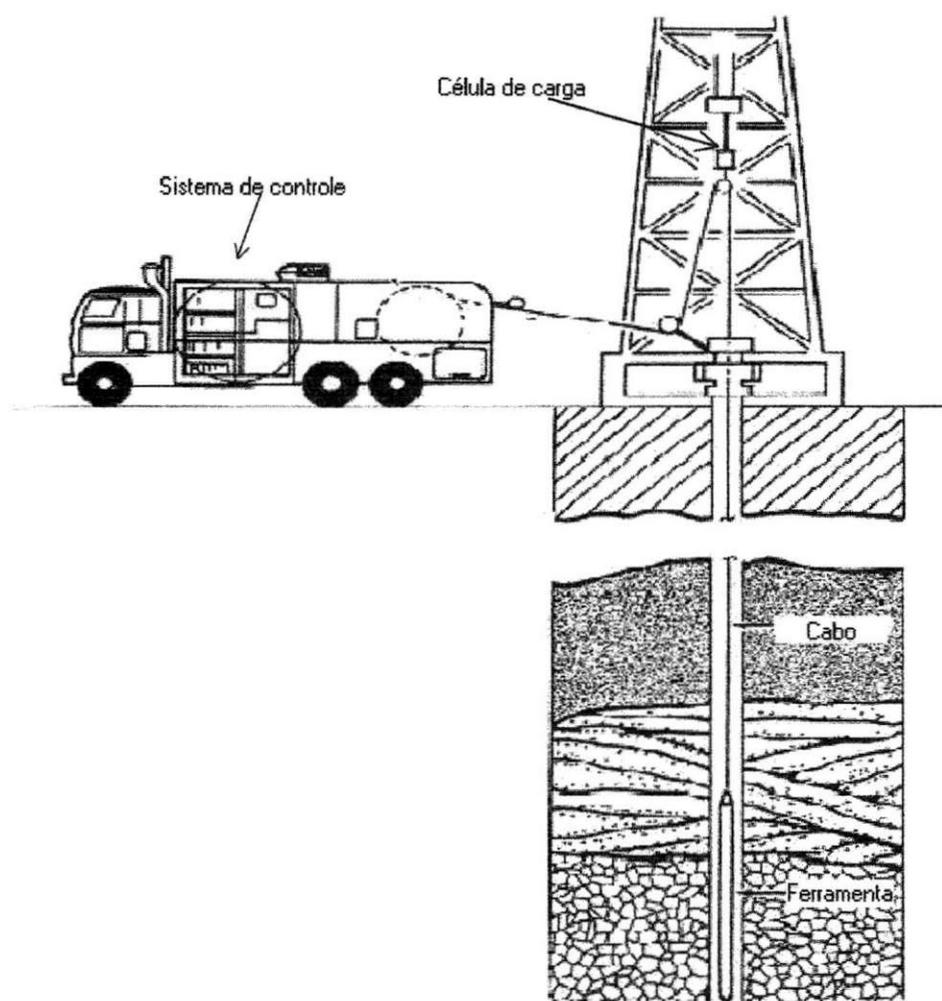


Figura 3: Operação de Perfilagem em terra.

Na figura 3 [2] está indicada posição em que geralmente se coloca a célula de carga. É possível observar também o sistema de controle. O sistema de controle é quem recebe e processa as informações adquiridas pela célula de carga.

O capítulo seguinte apresenta maiores informações sobre a célula de carga.

Capítulo 2 – Célula de Carga

2.1 Princípio de Funcionamento

O princípio de funcionamento das células de carga é baseado na variação de resistência ôhmica de um tipo de sensor denominado extensômetro ou *strain gage*, visualizados na figura 4 [7].

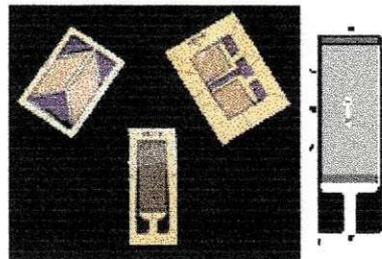


Figura 4: Extensômetro ou Strain Gage.

Quando esse tipo de sensor é submetido a uma deformação sua resistência varia. Em geral utilizam-se quatro extensômetros ligados entre si, formando uma ponte de Wheatstone para implementar a célula de carga como visto na figura 5. E o desbalanceamento da mesma, em virtude da deformação dos extensômetros, é proporcional à força que a provoca. É através da medição deste desbalanceamento que se obtém o valor da força aplicada [7].

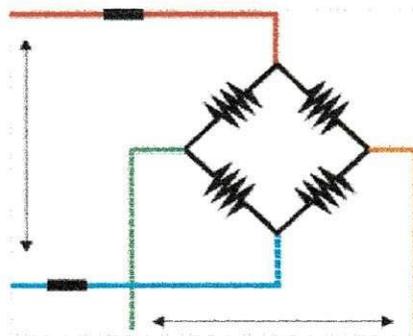


Figura 5: Circuito equivalente da celua de carga.

Os extensômetros são colados a uma peça metálica (alumínio, aço ou liga cobre-berílio), denominada corpo da célula de carga e inteiramente solidários à sua deformação. A força atua portanto sobre o corpo da célula de carga e a sua deformação é transmitida aos extensômetros, que por sua vez medirão sua intensidade. A forma e as características do corpo da célula de carga devem ser cuidadosamente observadas, tanto no seu projeto quanto na sua execução, visando assegurar que a sua relação de proporcionalidade entre a intensidade da força atuante e a conseqüente deformação dos extensômetros seja preservada tanto no ciclo inicial de pesagem quanto nos ciclos subseqüentes, independentemente das condições ambientais. A forma geométrica, portanto, deve conduzir a uma "linearidade" dos resultados, figura 6 [7].

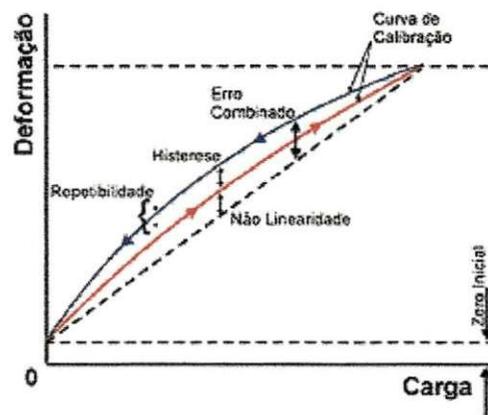


Figura 6: Gráfico de deformação x carga, mostrando histerese, repetibilidade e não linearidade.

Considerando-se que a temperatura gera deformações em corpos sólidos e que estas poderiam ser confundidas com a provocada pela ação da força a ser medida, há necessidade de se "compensar" os efeitos de temperatura através da introdução no circuito de Wheatstone de resistências especiais que variem com o calor de forma inversa a dos extensômetros [7].

Um efeito normalmente presente ao ciclo de pesagem e que deve ser controlado com a escolha conveniente da liga da matéria-prima da célula de carga é o da "histerese"

decorrente de trocas térmicas com o ambiente da energia elástica gerada pela deformação, o que acarreta que as medições de cargas sucessivas não coincidam com as descargas respectivas, figura 3 [7].

Outro efeito que também deve ser controlado é a "repetibilidade" ou seja, indicação da mesma deformação decorrente da aplicação da mesma carga sucessivamente, também deve ser verificada e controlada através do uso de materiais isotrópicos e da correta aplicação da força sobre a célula de carga, figura 3 [7].

2.2 Especificações da Célula de Carga

Esse projeto tomou como referência um tipo de célula de carga que se utiliza em operações de perfilagem de poços de petróleo. As especificações desse dispositivo são mostradas a seguir [2]:

TIPO DA CÉLULA DE CARGA	ISI FLAT
NÚMERO	3.30558
TIPO DE SAÍDA	CORRENTE
SAÍDA	4 – 20 mA
CARGA MÁXIMA	25.000 lbs

Tabela 1: Especificações da Célula de Carga.

Como é possível observar na tabela 1, a célula de carga utilizada como referência no projeto, tem saída em corrente variando de 4 à 20 mA. Isso quer dizer quando nenhum peso está aplicado ao dispositivo, ele fornece uma saída de 4 mA, e quando a tensão (ou peso) máxima (25.000 lbs) é aplicada ao dispositivo, ele fornece na saída uma corrente de 20 mA [2].

Capítulo 3 – Solução Proposta

A solução proposta nesse projeto é baseada na monitoração da tensão do cabo de perfilagem através de um microcontrolador. A idéia básica é que o sinal analógico proveniente da célula de carga passa por um conversor A/D e serve como entrada do microcontrolador. O microcontrolador toma amostras do valor da tensão no cabo através do A/D, e verifica se ocorreu alguma variação (queda) significativa nesse valor. Em caso afirmativo, o microcontrolador aciona um alarme sonoro. O sistema exibe também, o valor da tensão no cabo.

Como a saída da célula de carga é o padrão 4 – 20 mA, é necessário o condicionamento desse sinal para que o mesmo varie de 0 à 5 V, que é o padrão de entrada do conversor A/D. Na figura a seguir é ilustrado o diagrama de blocos do sistema proposto.

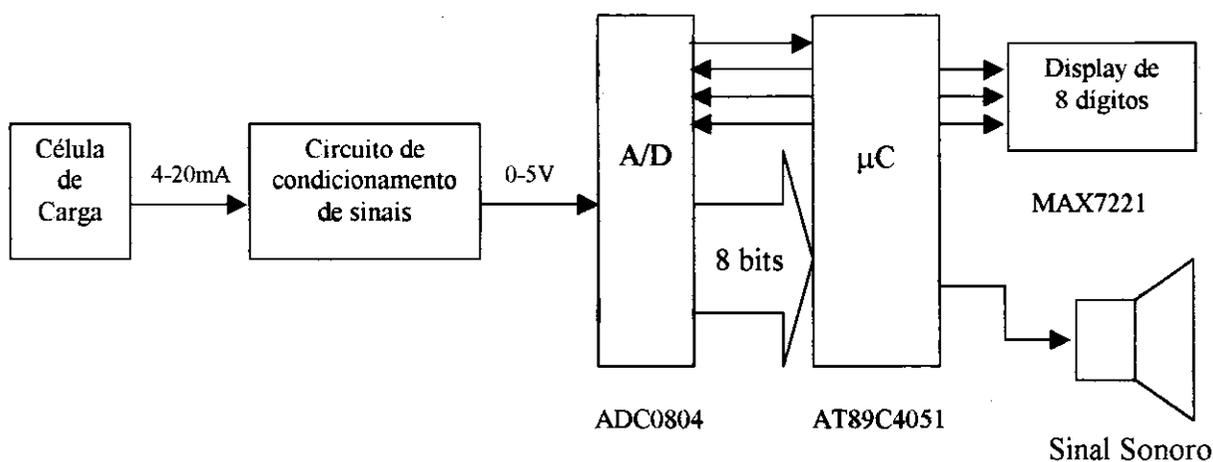


Figura 7: Diagrama de Blocos do Sistema de detecção de alívio de peso em operação de perfilagem de poços.

A figura 8 mostra o circuito montado em laboratório.

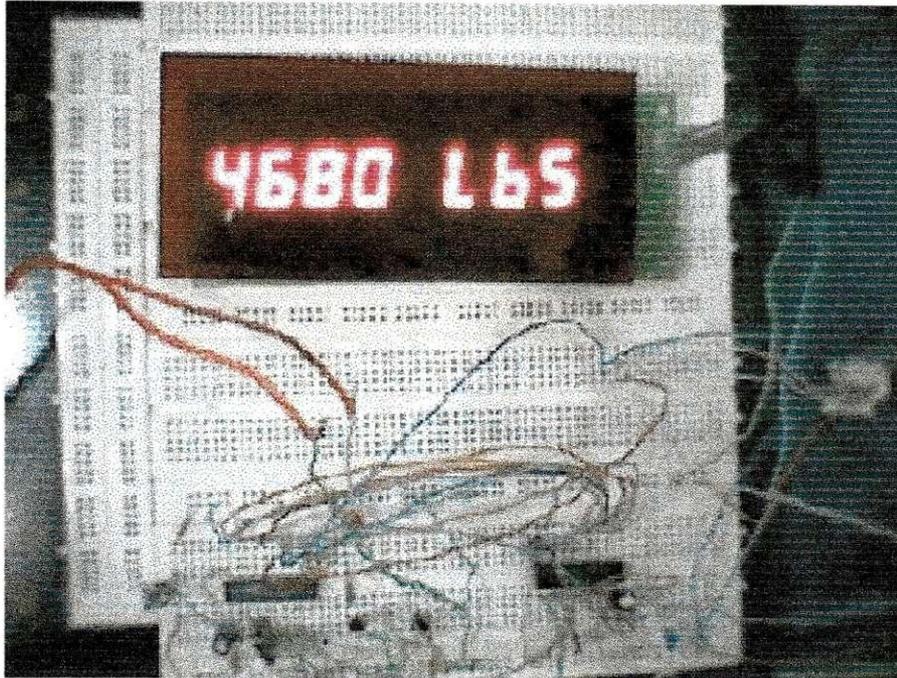


Figura 8: O Circuito.

3.1 Circuito de Condicionamento

O circuito mostrado na figura 9 é o circuito de condicionamento de sinal proposto nesse projeto. A saída em corrente da célula de carga (4 - 20 mA) é ligada a um resistor de 180Ω . Sendo assim na entrada do primeiro amplificador operacional tem-se um sinal de tensão variando de 0.72 V e 3.6 V. Esse operacional funciona como um buffer [10].

Em seguida temos um circuito subtrator projetado para variar de 0 V à 2.88 V. Por fim um amplificador com ganho igual à 1.67, o que leva à uma saída entre 0 V e 4.8 V na entrada do conversor A/D.

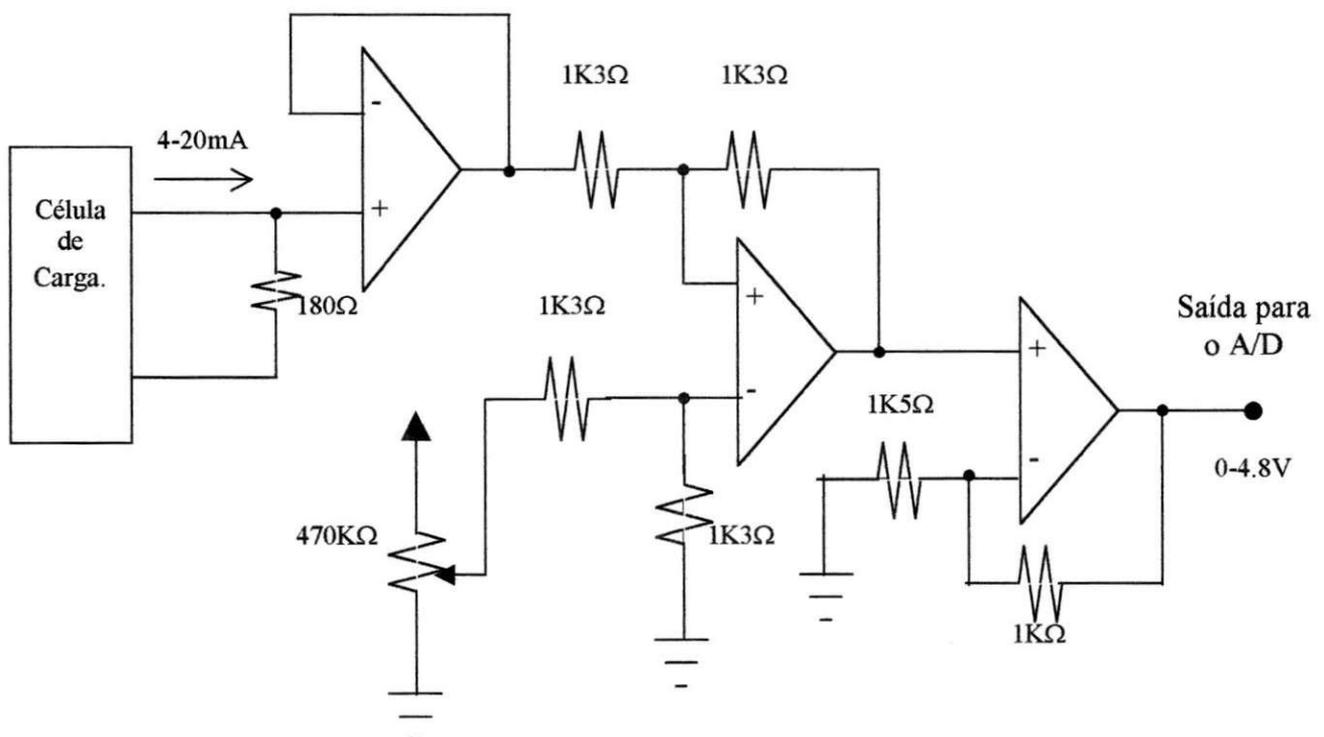


Figura 9: Circuito de condicionamento de sinal proposto.

3.2 O conversor A/D

O conversor A/D é responsável por transformar o sinal analógico proveniente do circuito de condicionamento em um sinal digital (palavra de 8 bits). Os instantes em que o conversor realiza a conversão são controlados pelo microcontrolador. O conversor utilizado foi um ADC0804 [5].

O ADC0804 é um conversor A/D CMOS de 8 bits. Esse conversor baseia-se no princípio de aproximações sucessivas. Sua saída pode operar em *tri-state*.

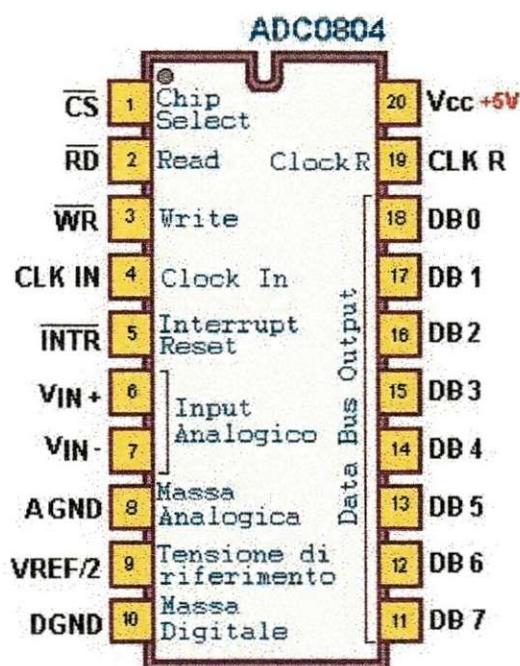


Figura 10: Conversor ADC0804

O sinal analógico que sai do circuito condicionador de sinais entra nos pinos 6 e 7 do A/D, e os pinos de 11 à 18 são os bits de saída que são conectados ao microcontrolador. Os pinos de entrada 1, 2 e 3 são provenientes do microcontrolador e é a partir deles que o microcontrolador controla a conversão do A/D. O bit 5 é o bit de interrupção, e quando a conversão se completa, o A/D interrompe o microcontrolador para repassar a informação lida.

3.3 O Microcontrolador

O microcontrolador é o componente que rege as ações do restante do circuito. Ele recebe e processa informações do A/D. Depois de processar essas informações, o microcontrolador aciona o display, mostrando o valor lido pelo A/D, e também pode acionar o sinal sonoro, dependendo da variação de tensão lida pelo conversor.

O microcontrolador utilizado foi um AT89C4051 [6][8][9].

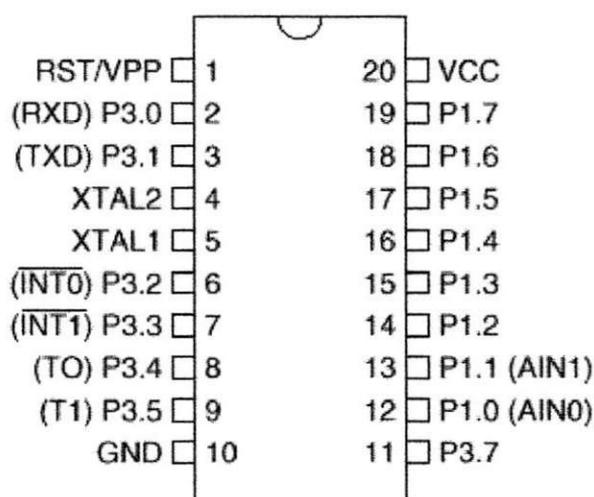


Figura 11: O microcontrolador 4051

Esse microcontrolador tem 20 pinos. Os pinos de P1.0 à P1.7 são utilizados com entrada para receber a palavra de 8 bits que vem do conversor A/D. Os pinos P3.4, P3.5 e P3.7 são pinos de saída do microcontrolador referentes as entradas WR, CS e RD do A/D. Já P3.2 é o pino que recebe as interrupções do A/D. A sirene é acionada a partir de P3.3, e o botão de desligamento da sirene está ligado ao pino P3.0. Por fim, os pinos P1.0 e P1.1 são utilizados também como a entrada do display. Quando o A/D não está habilitado, sua saída permanece

em alta impedancia, o que permite a utilização de P1.0 e de P1.1 tanto para receber informação do A/D, quanto para enviar informação para o display [6][8].

O fluxograma da Figura 11 indica a seqüência programada no microcontrolador. A lógica programada no microcontrolador consiste basicamente na leitura e comparação de dois valores consecutivos. Se a variação na tensão do cabo decreceu de um determinado valor no intervalo de medição do conversor A/D, então o alarme deve ser acionado, caso contrario, o microcontrolador vai apenas exibir o valor de tensão lido no display.

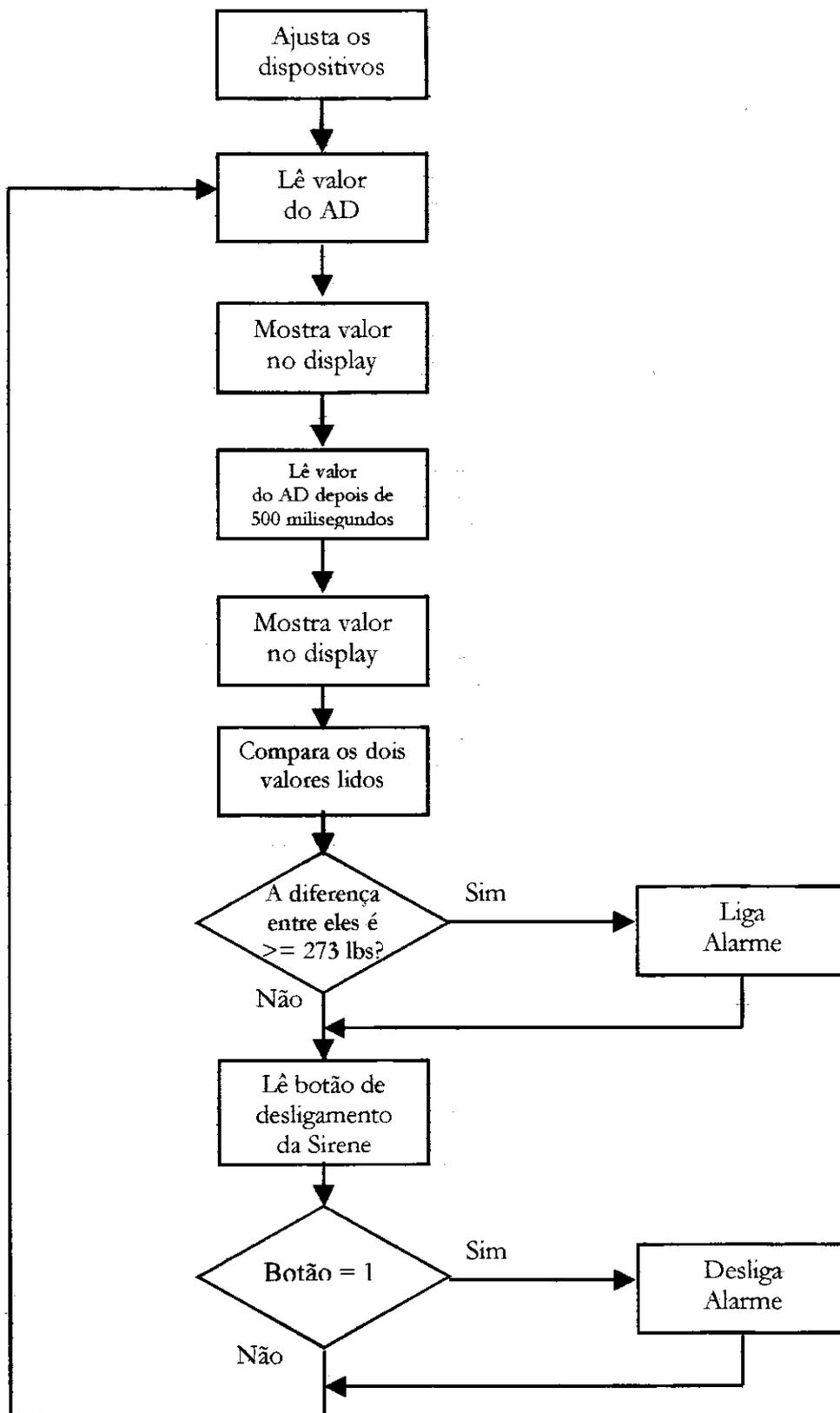


Figura 12: Fluxograma do programa do microcontrolador.

O ajuste dos dispositivos é realizado pelo seguinte bloco de código do microcontrolador:

```

CS_AD = 1;          // Desabilita o AD
WR_AD = 1;          // Desabilita o AD
RD_AD = 1;          // Desabilita o AD
INTR_AD = 1;        // Prepara a interrupção do ad
SIRENE = 0;         // Desliga a sirene
BOTAO = 1;          // Prepara botão

DISPLAY = 0xff;     // Apaga os displays de P1

ajusta_timer0();    // Rotina de ajuste do TIMER 0
ajusta_int0();      // Rotina de ajuste da INT 0
setupdisplay();     // Rotina de ajuste do display MAX7221

```

Para lê o valor do A/D são necessárias as seguintes rotinas:

// Função de atendimento a interrupção INT 0 do CAD

```
void leitura_ad_int0 (void) interrupt 0
```

```
{
```

```
DISP_LOAD = 1;
```

```
//desabilita o display.
```

```
DISPLAY = 0xff; // Coloca P1 como entrada de dados
```

```
WR_AD = 1;
```

```
CS_AD = 0; // Habilita o AD
```

```
RD_AD = 0;
```

```
time(10); // Delay de estabilização dos sinais
```

```
valor_ad = VALORAD; // Lê o valor do AD
```

```
RD_AD = 1;
```

```
CS_AD = 1; // Desabilita o AD
```

```
}
```

// Função que inicializa (dispara) a leitura do AD

```
void ad_leitura (void)
```

```
{
```

```
DISP_LOAD = 1;
```

```
//desabilita o display.
```

```
RD_AD = 1;
```

```
CS_AD = 0; // Habilita o AD
```

```
WR_AD = 0;
```

```
time(5); // Delay de estabilização dos sinais
```

```
WR_AD = 1;
```

```
CS_AD = 1; // Desabilita o AD
```

```
}
```

Para mostra o valor no display utiliza-se as seguintes rotinas:

```
// Rotina de converção dos valor do AD em libras
void converte (void)
{

libras = valor_ad * 39; // converção do valor lido para libras
// Fator de converção = fundo de escala / 255
// Fundo de escala = 9999 lbs

}

//Rotina de envio dos valores medidos para o display
void transmitdisplay(unsigned int dado_transmitido)
{

unsigned char b;
unsigned int bufferserial=0x0000;           // buffer onde será armazenado o pacote de
                                           dados antes da transmissão.

bufferserial = dado_transmitido;
CS_AD = 1;           // Desabilita o AD
DISP_LOAD = 0;
DISP_CLOCK = 0;
time(1);
for (b = 0; b < 16; b++) //rotaciona o valor de bufferserial 16 vezes para a transmissão.
{

    DISP_CLOCK = 0;
    DISP_DIN = (bufferserial & 0x8000);
    DISP_CLOCK = 1;
    bufferserial <<= 1;

}
time(1);
DISP_LOAD = 1;           //desabilita o display.
DISP_CLOCK = 0;

}

void mostradisplay(unsigned int valor)
{
code unsigned int divisor[] = {1000, 100, 10, 1}; /* divisor par mostrar o valor no display*/

unsigned char i;
```

```

unsigned int temp = valor; // Transfere para a exibição no display o consumo do assinante
for (i = 0; i < 4; i++)
{
    transmitdisplay(digito[i] + caracter[temp/divisor[i]]);
    temp %= divisor[i];          /* temp = temp % divisor [i] */
}

transmitdisplay(0x015b); // exhibe LbS
transmitdisplay(0x021f);
transmitdisplay(0x030e);
transmitdisplay(0x0400);
}

//Rotina de inicialização dos modos de operação do Display
void setupdisplay(void)
{
    transmitdisplay(0x0900); // coloca o display sem modo de decodificação.
    transmitdisplay(0x0a0f); // ajusta o display para brilho máximo dos LEDs.
    transmitdisplay(0x0b07); // ajusta o display para exibir todos os dígitos (SACN
                             LIMIT).
    transmitdisplay(0x0c01); // ajusta o display modo de operação normal
                             (SHUTDOWN).
}

```

Para realizar a comparação de dois valores utiliza-se a rotina de teste de erro:

```

// Teste de erro entre as leituras

void teste_erro(void)
{
    erro = (valor_ad_atual - valor_ad_antes);
    if (erro <= -7) SIRENE = 1; // Detecção de uma variação de 273 libras (peso da
    ferramenta)
    //valor de comparação do erro = Peso da Ferramenta / Fator de conversão -> 273/39 = 7
    // if (erro > -50) SIRENE = 0;
}

```

Para o teste do botão de desligamento da sirene, tem-se a seguinte rotina:

```
// Rotina de leitura do botão
void le_tecla (void)
{

static bit anteriora;

if (anteriora == 1 && BOTAO == 0)
{
SIRENE = 0;
}
anteriora = BOTAO;

}
```

3.4 O Display

Foi utilizado um display MAX 7221 com 8 dígitos. O display mostra o valor da tensão no cabo em 4 dígitos mais a sigla lbs (libras). Ou seja, o display pode mostrar tensões de zero à 9999 libras.

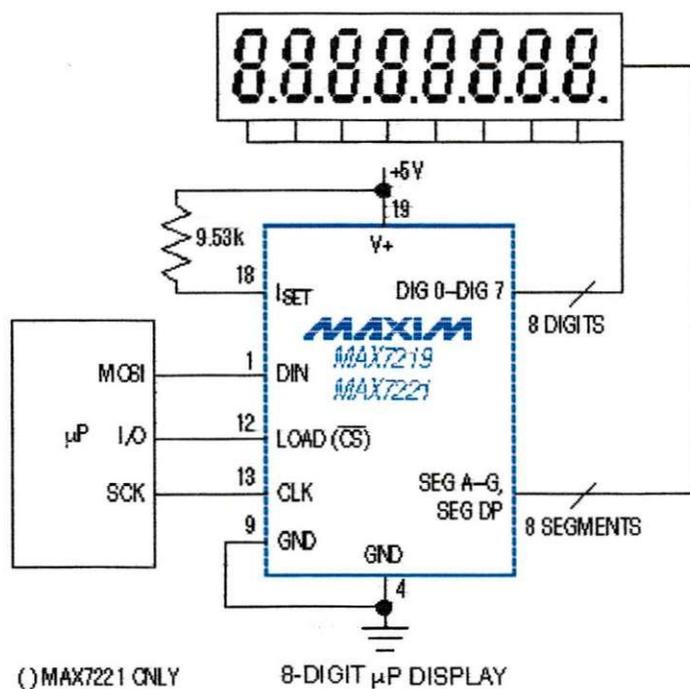


Figura 13: O Display.

Considerações Finais

Aferição e Calibração

A célula de carga sua saída de 4 - 20 mA quando recebe um peso de zero à 25000 lbs. Porém, nesse projeto o peso ou tensão no cabo vai variar somente de zero à 9999 lbs. Visto que uma ferramenta pesa em média 500 lbs, e existem arranjos de até 4 ferramentas, totalizando 2000 lbs. E sabendo ainda que o peso do cabo é em média 300 lbs/1000ft, tomando um poço profundo de 4000 metros (13000 ft) tem-se em média um peso de 3900 lbs de cabo, totalizando 6900 lbs para o conjunto cabo mais ferramenta. Dessa maneira, um display de 4 dígitos é suficiente para esse sistema. As informações sobre peso de ferramenta e peso do cabo podem ser consultadas nas tabelas em anexo.

Aferição e calibração são os procedimentos para ajustar o sistema para que ele marque 0 lbs quando se tem 4 mA na entrada, e marque 9999 lbs com 10.4 mA na entrada. Isso é feito a partir de um potenciômetro que pode ser visualizado na Figura 9.



Figura 14: Início de escala.



Figura 15: Fim de escala.

Precisão

O conversor A/D utilizado foi um conversor de 8 bits. Dessa maneira, tem-se 256 níveis para representar a tensão no cabo que varia de 0 à 9999 libras, assim temos uma precisão de $9999/256 = 39$ libras. Um conversor A/D de 24 bits poderia substituir o de 8 bits, garantindo assim uma melhor precisão. O erro na conversão é justamente 39 lbs.

Quando o cabo está sendo retirado do poço, a tensão vai diminuindo. Essa queda de tensão se dá lentamente e por isso o microcontrolador não identifica essa queda de tensão e não dispara o alarme.

Bibliografia

- [1] Technical Professional – Logging & Perforating Development Program.
Halliburton Energy Services - Outubro de 1999.

- [2] Logging & Perforating FOM – Depth Control.
Halliburton Energy Services – Dezembro de 1993.

- [3] Course Documentation - Learning Center.
Halliburton Energy Services - 2002.

- [4] Logging and Perforating
Products and Services Catalog.
Halliburton Energy Services.

- [5] ADC0804 Product Folder –
www.national.com/pf/AD/ADC0804.html

- [6] 8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash AT8 –
www.atmel.com/atmel/acrobat/doc1001.pdf

- [7] Portal Célula de Carga –
www.celuladecarga.com.br

- [8] Microcontrolador 8051 Detalhado
Autor: Nicolosi, Denys E, C.
Editora: Erica

[9] Microcontroladores 8051

Autor: Gimenez, Salvador P.

Editora: Prentice Hall Brasil

[10] Microeletrônica

Autor: Sedra/Smith

Quarta Edição – 2000.

Editora: Makron Books.

Anexos

CABLE SPECIFICATIONS											
Cable Type	Size	Diam.	B.S. (lbs)	Weight (lbs)	Armor Wires (out/in)	Wire B.S.-lbs (out/in)	Free End Elongation %/K/Klbs	CDR. Resis. (Ohms/ mft.)	Cap. (PI-FL)	Max. Temp. (°F)	Min. Sheave Diam.
1-H-100A	1/10"	101"	1,000	19	18/12	39/39	—	26.5	52	300	6
1-H-125A	1/8"	123"	1,500	27	18/12	58/58	—	26.5	45	300	7
1-H-125K	1/8"	123"	1,500	28	18/12	58/58	—	26.5	50	500	7
1-H-181A	3/16"	185"	3,900	64	15/12	177/114	4.0	10.6	50	300	12
1-H-181D	3/16"	185"	3,900	65	15/12	177/114	4.0	10.6	55	420	12
1-H-181K	3/16"	185"	3,900	65	15/12	177/114	4.0	10.6	55	500	12
1-H-181M	3/16"	187"	3,900	68	15/12	177/119	4.0	12.5	50	600	12
4-H-181A	3/16"	186"	3,300	60	18/18	129/69	5.1	26.5	55	300	10
1-H-220A	7/32"	223"	5,500	93	18/12	189/189	2.6	4.7	57	300	12
1-H-220D	7/32"	223"	5,500	95	18/12	189/189	2.6	4.7	65	420	12
1-H-220K	7/32"	223"	5,500	95	18/12	189/189	2.6	4.7	65	500	12
1-H-314A	5/16"	316"	11,200	183	18/12	377/377	1.3	2.9	47	300	17
1-H-314D	5/16"	316"	11,200	189	18/12	377/377	1.3	2.9	55	420	17
1-H-314K	5/16"	316"	11,200	189	18/12	377/377	1.3	2.9	55	500	17
7-H-314A	5/16"	323"	9,600	181	18/18	377/201	1.9	16.0	58	300	17
1-H-375A	3/8"	375"	14,600	264	18/12	522/522	1.0	2.9	39	300	20
1-H-375D	3/8"	375"	14,600	262	18/12	522/522	1.0	2.9	45	420	20
1-H-375K	3/8"	375"	14,600	262	18/12	522/522	1.0	2.9	45	500	20
7-H-375A	3/8"	372"	12,800	245	18/18	503/268	1.4	10.6	66	300	20
1-H-422A	7/16"	414"	17,800	307	18/12	636/636	.8	2.9	35	300	23
1-H-422D	7/16"	414"	17,800	317	18/12	636/636	.8	2.9	40	420	23
1-H-422H	7/16"	414"	17,800	317	18/12	636/636	.8	2.9	40	500	23
7-H-422A	7/16"	426"	18,300	317	18/18	670/352	.9	10.6	55	300	23
7-H-422D	7/16"	426"	18,300	324	18/18	670/352	.9	10.6	64	420	23
7-H-422K	7/16"	426"	18,300	324	18/18	670/352	.9	10.6	64	500	23
7-H-464A	15/32"	462"	17,000	328	24/24	475/297	.9	10.6	40	300	20
7-H-464D	15/32"	462"	17,000	344	24/24	475/297	.9	10.6	45	420	20
7-H-464G	15/32"	462"	17,000	343	24/24	475/297	.9	10.9	55	450	20
7-H-520A	17/32"	522"	26,000	462	20/16	831/680	.6	10.6	42	300	26
7-H-520D	17/32"	522"	26,000	471	20/16	831/680	.6	10.6	48	420	26
7-H-472A	Slammer	472"	22,200	379	18/18	806/424	.8	10	50	300	26
7-H-472D	Slammer	472"	22,200	386	18/18	806/424	.8	10	53	420	26
7-H-472K	Slammer	472"	22,200	386	18/18	806/424	.8	10	53	500	26

The Rochester Corporation

751 Old Brandy Rd., Culpeper, Virginia 22701 U.S.A.
 Telephone: 703-825-2111. FAX: 703-825-2238.

8450 Clarewood

Houston, Texas 77036 U.S.A.

Telephone: 713-981-8293. FAX: 713-981-1226.

the
ROCHESTER
 corporation

Informações sobre o Dual Laterolog – Ferramenta que mede resistividade

Length		Diameter		Maximum Pressure		Maximum Temperature		Weight	
(ft)	(m)	(in)	(mm)	(psi)	(Mpa)	(°F)	(°C)	(lb)	(kg)
33.9	10.3	3.63	92.2	20,000	137.9	350	176.7	460	208.7