

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

WALTER FETTER LAGES

**COMUNICAÇÃO DE DADOS ATRAVÉS
DA REDE ELÉTRICA**

Porto Alegre
2005

WALTER FETTER LAGES

**COMUNICAÇÃO DE DADOS ATRAVÉS
DA REDE ELÉTRICA**

Relatório de Pesquisa
Ano 2 Quadrimestre 1
Financiamento: Contrato CEEE/2003 Nº 9920525

Porto Alegre
2005

RESUMO

Este relatório descreve as atividades realizadas no primeiro quadrimestre do segundo ano do projeto nº 6/2002 do programa de P&D da CEEE — Comunicação de Dados Através da Rede Elétrica — desenvolvido através do Contrato CEEE/2003 nº 9920525, cujo objetivo é desenvolver um sistema de telemedição energia elétrica através de comunicação por *Power Line Carrier* (PLC).

Palavras-chave: Comunicação pela rede elétrica, modem PLC, NBR-14522.

ABSTRACT

This report describes the activities developed in the first four months of the second year of the project nr. 6/2002 of the CEEE R&D program — Data Communication over Electrical Networks — developed under the grant CEEE/2003 nr. 9920525. The objective is the development of a telemetry system with communications over *Power Line Carrier* (PLC).

Keywords: Powerline communication, PLC modem, ABNT-14522.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	6
LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE ABREVIATURAS	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 MODEM PLC	11
2.1 <i>Hardware</i>	11
2.2 Teste Estático	12
2.2.1 Condições Iniciais	12
2.2.2 Estado dos Pinos	12
3 SOFTWARE BÁSICO DO MODEM PLC	17
4 COMUNICAÇÃO LEITOR-MEDIDOR	18
4.1 Características da Comunicação Convencional Leitor-Medidor	18
4.2 Funcionamento da Comunicação	18
4.3 Implementação da Comunicação	19
5 ACESSO AOS MEDIDORES VIA WWW	23
6 CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	26
APÊNDICE A DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS DO MODEM PLC	27
APÊNDICE B ARTE FINAL DO PCB DO MODEM PLC	31

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1:	Foto do protótipo do modem PLC.	11
Figura 4.1:	Funcionamento da comunicação do ponto de vista do leitor.	20
Figura 4.2:	Funcionamento da comunicação do ponto de vista do medidor.	21
Figura 4.3:	Diagrama de classes do sistema.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1:	Etapas Previstas (×) e Concluídas (√)	10
Tabela 2.1:	Estado dos pinos do ST7538 ao ser energizado	13
Tabela 2.1:	Estado dos pinos do ST7538 ao ser energizado (Continuação)	14
Tabela 2.1:	Estado dos pinos do ST7538 ao ser energizado (Continuação)	15
Tabela 2.1:	Estado dos pinos do ST7538 ao ser energizado (Continuação)	16

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica
CGI	<i>Common Gateway Interface</i>
DAC	Departamento de Apoio à Convênios
FAPERGS	Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul
FAURGS	Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
FSK	<i>Frequency Shift Keying</i>
HTML	<i>Hyper-Text Markup Language</i>
HTTP	<i>Hyper-Text Transfer Protocol</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PLC	<i>Power Line Carrier</i>
RTF	<i>Rich Text Format</i>
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
WWW	<i>World-Wide-Web</i>

1 INTRODUÇÃO

Este relatório descreve as atividades realizadas no primeiro quadrimestre do segundo ano do projeto nº 6/2002 do programa de P&D da CEEE — Comunicação de Dados Através da Rede Elétrica —, desenvolvido através do Contrato CEEE/2003 Nº 9920525, cujo objetivo é desenvolver um sistema de telemedição energia elétrica através de comunicação por *Power Line Carrier* (PLC). Embora o cronograma inicial do projeto previsse apenas um ano de desenvolvimento, o projeto encontra-se no segundo ano tendo alcançado apenas parte dos seus objetivos. Este atraso deve-se principalmente aos trâmites burocráticos, que dificultam a disponibilização dos recursos financeiros em parcelas mensais, como previsto inicialmente. Até o momento foi liberado e executado apenas um quarto do orçamento total, de forma que os resultados obtidos até agora são compatíveis com os recursos disponibilizados, como pode ser visto na Tabela 1.1.

A equipe atual do projeto é composta por:

Walter Fetter Lages — Doutor, Coordenador

Carlos Eduardo Pereira — Doutor, responsável pelo *software* aplicativo

Luigi Carro — Doutor, responsável pela interface entre o modem PLC e o medidor de energia elétrica

Alessandra Antunes Vargas — Mestranda, responsável pelo protocolo de comunicação entre leitor e medidor de energia elétrica

Douglas Eduardo Stein — Mestrando, responsável pelo *software* básico do modem PLC

Fernando Medeiros Carpes — Mestrando, responsável pelo *Hardware* e *software* básico do modem PLC

Diego Caberlon Santini — Bolsista de Iniciação Científica (financiado pela FAPERGS), responsável pelo *Hardware* do modem PLC

Alexander Tuick de Almeida Vanny — Técnico de Laboratório

Janice Maisner de Oliveira — Secretária

No período coberto por este relatório foram desenvolvidas atividades visando o desenvolvimento do *hardware* e *software* de um modem PLC, a implementação de um dos protocolos de interface entre leitor e medidor especificados na norma NBR-14522[1] e iniciou-se o desenvolvimento de uma interface com o usuário via *World-Wide-Web* (WWW).

Tabela 1.1: Etapas Previstas (×) e Concluídas (√)

Nº	Nome	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Produto
1	Modem PLC	√	√	√										<i>Hardware</i> e <i>firmware</i> do modem PLC
2	Protocolos	√	√	√	×									<i>Software</i> de comunicação do medidor
3	Protótipo				√	×	×							Protótipo funcional de um medidor com modem PLC
4	Teste do protótipo					×	×	×						Relatório de desempenho do protótipo
5	Central de leitura				√	√	×	×	×	×	×	×		Central de leitura e operação
6	<i>Software</i> de rede							×	×	×				Proposta de topologia para a rede de medidores
7	Rede de medidores								×	×	×			Rede de medidores funcionais
8	Teste em rede										×	×	×	Relatório de desempenho da rede de medidores
9	Relatório				√				×				×	Rede de medidores funcionais
10	Seminário			√				×					×	Rede de medidores funcionais

2 MODEM PLC

2.1 Hardware

Conforme mencionado nos relatórios anteriores, foi selecionado o *chip* ST7538 (*Power Line FSK Transceiver*) [4] da ST Microelectronics para implementação do modem PLC. De forma a poder explorar todas as características deste *chip* foi projetado um modem com interface através da porta paralela de um computador do tipo IBM-PC. O projeto desenvolvido é semelhante o projeto de referência da ST Microelectronics [2], porém utilizando uma interface através da porta paralela ao invés da uma interface com um microcontrolador utilizada no *Application Note*.

A figura 2.1 mostra uma foto do protótipo implementado. Os diagramas esquemáticos do modem projetado podem ser vistos no Apêndice A, enquanto a arte final do PCB está no Apêndice B. A partir dos testes realizados com estes protótipos, pretende-se definir quais funcionalidades serão suportadas pela versão final dos modems.



Figura 2.1: Foto do protótipo do modem PLC.

2.2 Teste Estático

Atualmente o protótipo do modem está em fase de testes preliminares do *hardware*. Para tanto, foi desenvolvida uma metodologia para teste estático do modem, descrita a seguir.

2.2.1 Condições Iniciais

1. ST7538 aguardando recepção sinal PLC
2. $DV_{ss} = 0V$
3. $RxTx = 1$
4. $TxD = 0$
5. $GND = 0V$
6. $DV_{dd} = +5V$
7. $TEST1 = 0$ (jumper3 fechado)
8. $TEST2 = 0$ (jumper2 fechado)
9. $TEST3 = 0$ (jumper7 fechado)
10. $WD = 1$
11. $ZCIN =$ rede elétrica (J5 fechado)
12. $DV_{ss} = 0V$
13. $PAV_{ss} = 0V$
14. $PAV_{cc} = 9V$
15. $CL = 0V$
16. $SGND = 0V$
17. $XOUT, XIN =$ clock 16 MHz
18. $Av_{dd} = +5V$ (J6, posição 1-2)
19. $V_{sense} =$ rede elétrica (J4, posição 1-2)
20. $RxFO = NC$
21. $RAI =$ rede elétrica (J1 fechado)
22. $C_{minus} = 0V$
23. $C_{plus} = 0V$
24. $GND = 0V$
25. $REG/DATA = 0$

2.2.2 Estado dos Pinos

Tabela 2.1: Estado dos pinos do ST7538 ao ser energizado

Pino	Nome	Função	Estado Inicial
1	CD/PD	Saída digital: detecção de portadora modulada no baud rate programado para recepção por no mínimo 4 símbolos consecutivos (1010 ou 0101) e/ou portadora próxima à frequência de portadora programada para recepção 0 - detectado 1 - não detectado	1 - nenhum preâmbulo ou portadora inicialmente detectada pois ainda não comunicação
2	DVss	0V da alimentação digital	0V
3	RxD	Saída digital: pino de saída de dados recebidos pelo ST7538 na comunicação PLC ou na leitura de Register Control	0 - estado ocioso, aguardando comunicação
4	RxTx	Entrada digital: seleciona comunicação. 1 - recepção, 0 - transmissão	1 - configurado, para aguardar recepção de dados PLC
5	TxD	Entrada digital: pino de entrada de dados a serem transmitidos pelo ST7538 na comunicação PLC ou na escrita de Register Control	0 - configurado
6	GND	Substrate ground	0V
7	TOUT	Saída digital: detecção de evento de time out na transmissão. 1 - evento ocorrido (transmissão muito longa), 0 - nenhum evento ocorrido	0 - nenhum evento de time out na transmissão ocorrido pois ainda não há transmissão
8	CLR/T	Saída digital: Clock de sincronismo de transmissão/recepção de dados na comunicação PLC ou na comunicação com Register Control.	1 - comunicação ainda não detectada
9	BU	Saída digital: detecção de sinal recebido dentro da banda de frequência de recepção. 0 - sinal não detectado 1 - sinal detectado	0 - ainda nenhuma comunicação

(Continua)

Tabela 2.1: Estado dos pinos do ST7538 ao ser energizado
(Continuação)

10	DVdd	+5V da alimentação digital	1
11	MCLK	Saída digital: clock de saída programável (Fosc, Fosc/2, Fosc/4) Fosc= 16 MHz	4 MHz
12	RSTO	Saída digital: fornece sinal de reset para circuitos externos ao ST7538. Caso watchdog timer esteja habilitado (default = Enabled), RSTO, em1, a cada 1.5 s vai para 0, permanecendo neste nível por 50 ms. Timer de watchdog pode ser zerado com pulso negativo (0) em pino WD por 3.5 ms.	onda quadrada de T=1550 ms
13	TEST3	Entrada: ?	0 - para funcionamento normal
14	WD	Entrada digital: aplicando pulso negativo (0) zera timer de watchdog, que tem período de 1.5 s	1 - configurado para aguardar borda de descida que zera watchdog
15	ZCOUT	Saída digital: indica cruzamento por zero do sinal senoidal da rede elétrica. 0 - detectado transição negativa por zero, 1 - detectado transição positiva por zero	0 - cruzamento por zero desabilitado por default
16	ZCIN	Entrada analógica: capta sinal senoidal da rede elétrica	onda senoidal 60 Hz rede elétrica (condição:jumper J5 fechado)
17	NC	-	-
18	DVss	0V da alimentação digital	0
19	ATOP1	Saída analógica: sinal PLC transmitido	onda senoidal 60 Hz rede elétrica
20	PAVss	0V da alimentação analógica	0V
21	ATOP2	Saída analógica: sinal PLC transmitido	onda senoidal 60 Hz rede elétrica
22	PAVcc	Alimentação do chip (até 14V)	9V (valor típico)

(Continua)

Tabela 2.1: Estado dos pinos do ST7538 ao ser energizado
(Continuação)

23	CL	Entrada analógica: realimentação para controle do consumo de corrente durante transmissão	0V - ainda nenhum sinal sendo transmitido. Não pode ficar flutuando
24	ATO	Saída analógica: fornece sinal de transmissão atenuado	NC
25	SGND	0V alimentação analógica	0V
26	XOUT	Entrada analógica: sinal de clock	Entrada analógica: sinal de clock
27	XIN	Entrada analógica: sinal de clock	Entrada analógica: sinal de clock
28	Avdd	5V alimentação analógica	5V (selecionada a fonte 5V através do jumper J6)
29	Vsense	Entrada analógica: sensoriamento da tensão de saída para controle de tensão do sinal transmitido	onda senoidal 60 Hz rede elétrica (condição:jumper J4 fechado)
30	TEST2	Entrada: ?	0 - para funcionamento normal
31	RxFO	Saída analógica: saída do filtro de recepção	NC
32	RAI	Entrada analógica: sinal PLC recebido	onda senoidal 60 Hz rede elétrica (condição:jumper J1 fechado)
33	VDC	alimentação regulada 5V fornecida pelo ST7538	5V
34	NC	-	-
35	TEST1	Entrada: ?	0 - para funcionamento normal
36	REGOK	Saída digital: verifica integridade dos dados de Register Control. 0 - dado corrompido, 1 - dado OK	1 - dado OK
37	C_Minus	Entrada analógica: entrada invertida de amplificador operacional	0V
38	C_Plus	Entrada analógica: entrada não invertida de amplificador operacional	0V
39	NC	-	-
40	C_OUT	Saída analógica: saída de amplificador operacional	0V
41	GND	0V alimentação	0V

(Continua)

Tabela 2.1: Estado dos pinos do ST7538 ao ser energizado
(Continuação)

42	PG	Saída digital: indica status da alimentação VDC (pino 33). 1 - VDC>4.5V, 0 - VDC<4.25V	1 - VDC>4.5V
43	REG/DATA	Entrada digital: seleciona comunicação com Register Control ou sinal PLC. 0 - comunicação PLC 1 - comunicação com Register Control	0 - configurado para comunicação PLC
44	NC	-	-

3 SOFTWARE BÁSICO DO MODEM PLC

Para acionamento do modem PLC foram desenvolvidas bibliotecas em linguagem C. Estas bibliotecas incluem funções para inicializar e finalizar o *hardware* do modem, receber e transmitir dados, obter o estado do modem e controlar a operação do mesmo.

Foram desenvolvidas três versões do *software* básico do modem PLC, todas elas implementando exatamente as mesmas funções, cujo protótipo está no arquivo de cabeçalho `plcmodem.h`:

Versão MS-DOS: Esta versão foi desenvolvida basicamente com o objetivo de testar o *hardware* do modem PLC. O fato do sistema operacional MS-DOS não operar em modo protegido facilita o acesso ao *hardware* dos programas que testam o *hardware* do modem. A versão MS-DOS do *software* básico é utilizada através da biblioteca `plcmodem.lib`, que implementa as funções declaradas em `plcmodem.h` acessando diretamente o *hardware*.

Versão Linux: A versão Linux do *software* básico do modem PLC foi desenvolvida devido à necessidade de utilizar-se o sistema em um ambiente com suporte à serviços sofisticados de redes de computadores para implementar a central de telemedicação. A versão Linux do *software* básico é utilizada através da biblioteca `libplcmodem.a`, que implementa as funções declaradas em `plcmodem.h` através do *driver* `ppdev` do Linux, que provê o acesso ao *hardware* da porta paralela no espaço do usuário.

Versão de Emulação: Ao contrário das versões anteriores, a versão de emulação do *software* básico não utiliza realmente o modem PLC, mas emula o funcionamento do modem através de um cabo null-modem conectado na porta RS-232 do IBM-PC. Esta versão é utilizada através da biblioteca `libplcnulmodem.a`, que também implementa as funções declaradas em `plcmodem.h`, mas emula a funcionalidade do modem PLC transmitido e recebendo os dados através da porta RS-232. O objetivo desta versão do *software* básico é possibilitar o teste das camadas superiores do *software* do sistema (por exemplo, do protocolo de acesso aos medidores) sem a necessidade do *hardware* do modem PLC.

Todo o *software* do modem PLC está sendo documentado através do sistema Doxygen [3], que gera documentação automaticamente a partir de comentários no código fonte dos programas. A documentação é gerada nos formatos *Hyper-Text Markup Language* (html), *Portable Document Format* (pdf), *Unix Man Pages* (man) e *Rich Text Format* (rtf). A documentação do *software* em html pode ser acessada em `<http://www.eletro.ufrgs.br/~fetter/plc/doc>`.

4 COMUNICAÇÃO LEITOR-MEDIDOR

De forma a desenvolver um sistema capaz de transmitir informações pela rede elétrica, foi necessário definir como a comunicação entre os dispositivos do sistema seria realizada. Empresas brasileiras que desenvolvem produtos para essa tecnologia seguem a norma NBR-14522—Intercâmbio de Informações para Sistemas de Medição de Energia Elétrica [1]. Essa norma define diversos tipos de comunicação, tendo sido escolhida inicialmente para implementação neste projeto a **Comunicação Remota Assíncrona com Registradores Digitais**.

Entretanto, durante a implementação, descobriu-se que já estava em andamento uma nova revisão da norma [1], segundo a qual, o a comunicação que estava sendo implementada seria excluída. Assim, foi iniciada uma nova implementação a partir de uma versão preliminar da norma revisada. Nessa implementação, a comunicação utilizada é a chamada **Comunicação Convencional Leitor-Medidor**. A seguir, serão explicados os principais aspectos dessa comunicação entre os dispositivos e como ela foi implementada.

4.1 Características da Comunicação Convencional Leitor-Medidor

A norma utilizada especifica a comunicação entre dois dispositivos do sistema, leitor e medidor. O medidor é o equipamento comumente utilizado em residências para medir a quantidade de energia consumida. Além disso, o medidor também oferece outras funcionalidades e informações, tais como: períodos de falta de energia, alteração do horário de verão, alteração das grandezas dos canais, alteração da tarifa de reativos, dentre outros. Já o leitor, é o equipamento que entra em contato com o medidor para obter tais informações e repassá-las à companhia de energia elétrica. Segundo a norma, a comunicação ocorre serialmente, a uma taxa de 9600bps, modo assíncrono e bidirecional.

4.2 Funcionamento da Comunicação

Inicialmente, tanto o medidor quanto o leitor estão operando isoladamente, sem nenhuma comunicação entre si. A iniciativa de estabelecimento de conexão parte do leitor. Para tanto, esse dispositivo deve colocar a saída serial no estado lógico '1' e aguardar a resposta do medidor. Para que o medidor detecte a tentativa de conexão, ele deve perceber a linha de comunicação em estado lógico '1' durante um segundo, e só então enviar um retorno ao leitor.

O fluxo de dados no protocolo se faz por meio de comandos e respostas. O bloco comando é sempre enviado pelo leitor e o bloco resposta pelo medidor. Estabelecida a conexão, o medidor aguarda o comando enviado pelo leitor, processa e envia a resposta

ao comando para o leitor. O protocolo prevê ainda a existência de bytes sinalizadores na comunicação:

ACK: transmitido sempre pelo Leitor após o recebimento de uma resposta ao comando enviado.

NAK: enviado sempre que um bloco de bytes foi recebido com erro de verificação (CRC16). O dispositivo que recebe um byte de NAK deve retransmitir o último bloco de dados. O número máximo de NAK a um mesmo bloco de dados é sete.

WAIT: utilizado para provocar um atraso de seqüência na comunicação. O número máximo de WAIT a um mesmo bloco de dados é sete, e o número máximo de repetições de um mesmo comando é sete.

ENQ: enviado apenas pelo medidor para sincronizar a comunicação.

Os fluxogramas apresentados nas Figuras 4.1 e 4.2 mostram a lógica de funcionamento da comunicação.

4.3 Implementação da Comunicação

O protocolo para a comunicação entre os dispositivos foi implementado utilizando-se a linguagem de programação C++. Foram criados dois programas, um para emular o funcionamento do leitor e outro do medidor. Segundo a especificação, o leitor deve colocar a linha em estado lógico '1' para iniciar a comunicação. Para tanto, foi utilizada a função `tcscendbreak()`, onde também se configura o tempo de duração desse estado. O medidor percebe a sinalização do sinal de *break* quando recebe três caracteres: `0xFF`, `'\0'` e `'\0'`.

Um grande problema encontrado foi fazer com que a comunicação transcorresse normalmente após o estabelecimento da conexão. De acordo com a especificação, se houver um intervalo de tempo de 100 ms sem que sejam recebidos bytes pela porta serial, fica caracterizada a desconexão dos dispositivos. Apesar de a velocidade utilizada na comunicação ser bastante alta para essa limitação, a forma como estava implementada a recepção de dados não detectava corretamente quantos bytes estavam disponíveis na serial e a função acabava retornando *timeout* da operação. A solução encontrada foi utilizar a função `select()` aliada à função `ioctl()`. A primeira indica a existência de dados na porta serial enquanto a segunda indica a quantidade de bytes disponíveis para leitura.

O sistema possui três principais classes: a classe `Communication`, a classe `leitor` e a classe `medidor`. A Figura 4.3 apresenta o diagrama de classes do sistema.

A classe `Communication` engloba todas as constantes, tipos de dados e funções relacionadas à comunicação entre os dispositivos do sistema. Por essa razão, outras classes são derivadas da classe `Communication`, como a `CommSerial`, `CommUDP` e a `CommPLC`. As funções membro da classe `Communication` são:

`send()`: responsável pela transmissão de dados

`receive()`: responsável pela recepção de dados

`setFD()`: utilizada para definir a porta de comunicação

`getFD()`: retorna a porta de comunicação utilizada

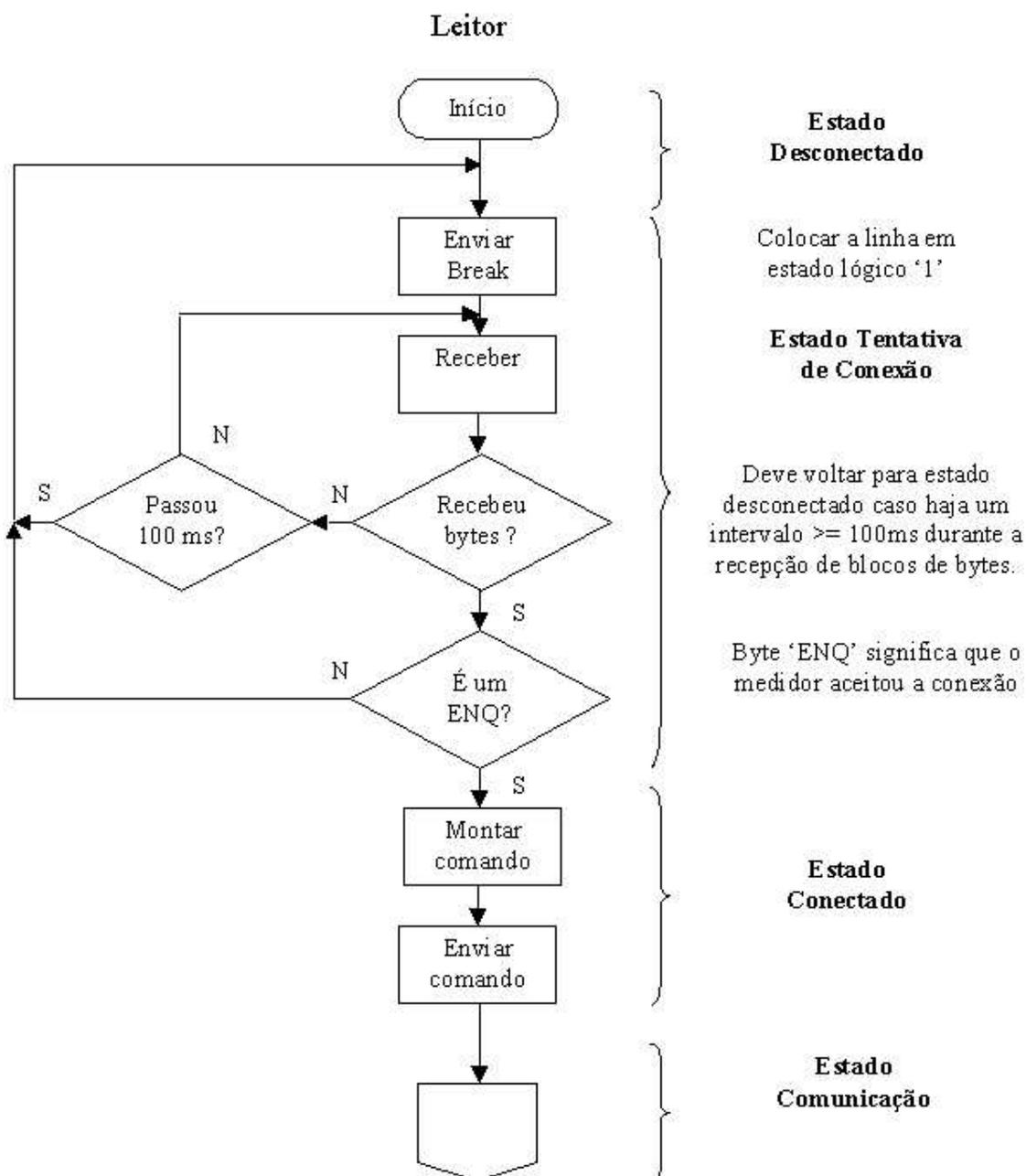


Figura 4.1: Funcionamento da comunicação do ponto de vista do leitor.

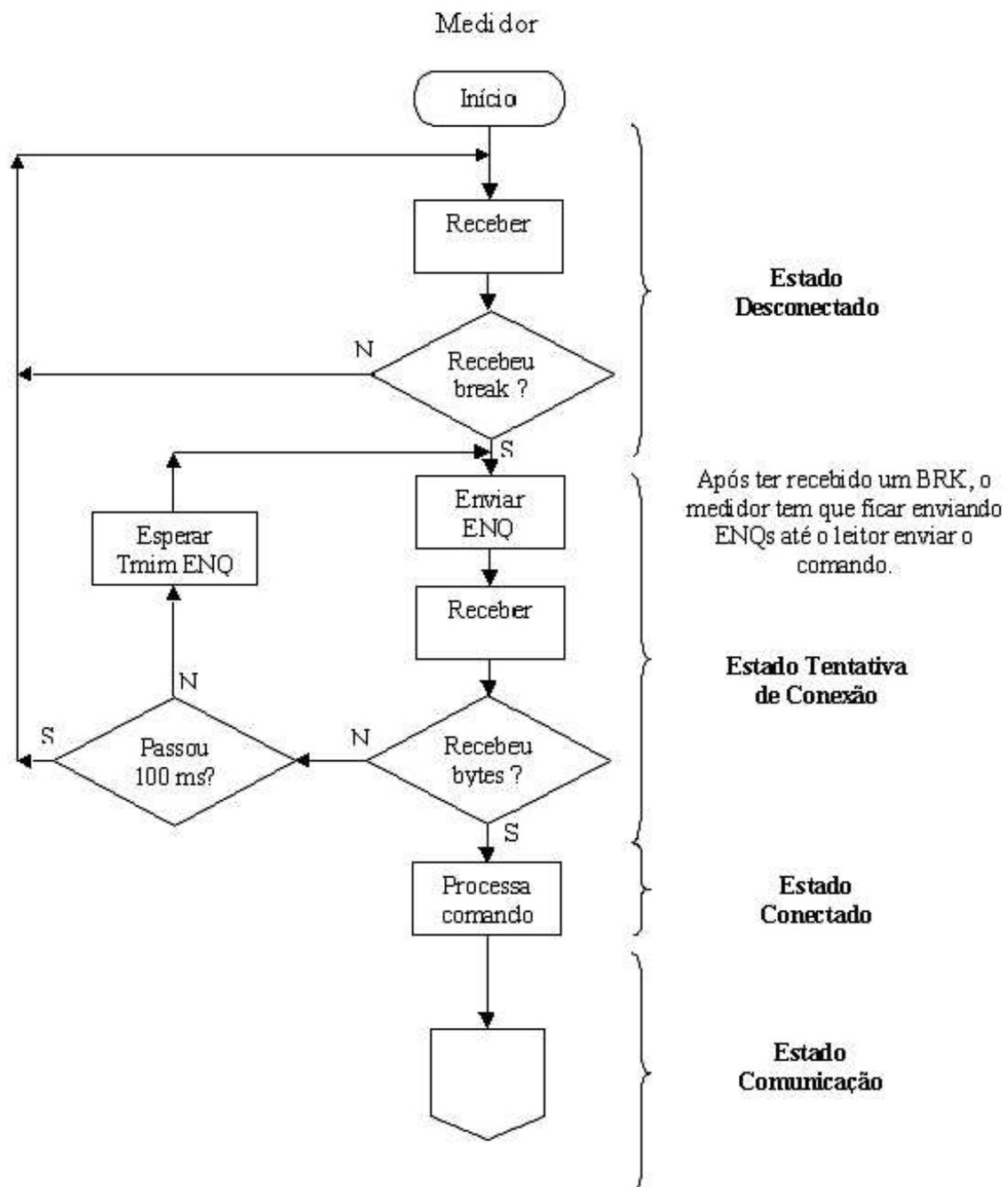


Figura 4.2: Funcionamento da comunicação do ponto de vista do medidor.

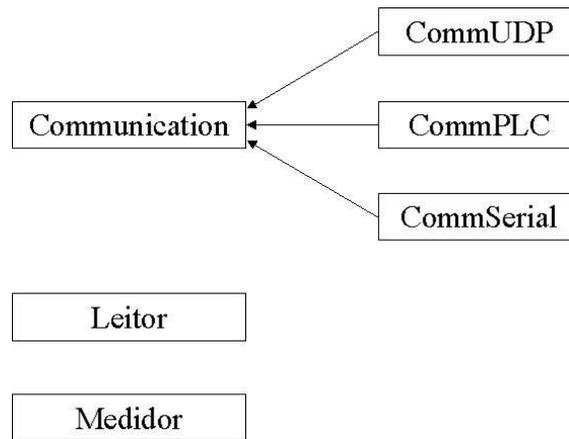


Figura 4.3: Diagrama de classes do sistema.

`setTimeout()`: utilizada para definir o tempo de timeout na recepção de dados

`getTimeout()`: retorna o tempo de *timeout* para a recepção de dados.

Algumas funções, como as de recepção e transmissão de dados, são virtuais na classe base (`Communication`), sendo implementadas nas classes derivadas de forma específica para cada tipo de comunicação. A comunicação via Ethernet (implementada através da classe `CommUDP`) foi realizada apenas para estudo e validação da estrutura de dados e organização das classes do sistema.

Por outro lado, a classe que define a comunicação através da porta serial (`CommSerial`), foi implementada seguindo as especificações da norma NBR-14522 para a recepção e transmissão de dados entre os dispositivos leitor e medidor. O funcionamento da comunicação entre esses dispositivos está implementado na forma de máquinas de estados finitos que fazem parte das classes `leitor` e `medidor`.

Paralelamente ao processo de desenvolvimento do sistema que implementa a comunicação entre os dispositivos leitor e medidor, estava sendo criado o sistema para configuração e comunicação de um computador tipo IBM-PC com os modems PLC do projeto. Essa comunicação ocorre através da porta paralela, utilizando-se as bibliotecas descritas no capítulo 3.

5 ACESSO AOS MEDIDORES VIA WWW

De forma a visualizar a comunicação entre os dispositivos do sistema, está sendo desenvolvida uma aplicação via *Word-Wide-Web* na qual o usuário pode escolher o comando a ser transmitido e fazer as configurações necessárias. O objetivo é poder realizar a comunicação a partir de qualquer computador com acesso à Internet, assim:

- Os medidores estão conectados através de PLC com computador que implementa o protocolo do leitor e executa um servidor HTTP.
- A partir de qualquer computador conectado à Internet, o usuário pode acessar a página WWW do sistema e escolher um medidor, ou grupo de medidores e executar remotamente comandos nestes medidores, eventualmente recebendo dados de resposta.
- O servidor HTTP recebe os comandos através de um programa CGI, que comunica-se com os medidores via PLC e retorna os dados para o usuário.
- O resultado dos comandos é apresentado ao usuário na página WWW.

O desenvolvimento desta aplicação de acesso aos medidores via PLC a partir de qualquer *browser* ainda está em seus estágios iniciais. Portanto, a forma de operação ainda não está totalmente definida e os resultados ainda são incipientes.

6 CONCLUSÃO

Embora o cronograma do projeto esteja atrasado, em função principalmente de problemas burocráticos para a disponibilização dos recursos financeiros, o desenvolvimento do projeto evoluiu bastante deste o último relatório, quando enfrentava-se ainda problemas de *setup* do projeto. Atualmente, esta fase de inicialização do projeto está concluída e pode-se considera-lo em pleno desenvolvimento, já tendo sido obtidos os seguintes resultados:

1. Desenvolvimento de um protótipo de modem PLC
2. Implementação do *software* básico do modem PLC
3. Implementação do protocolo de comunicação leitor-medidor conforme a NBR-14522
4. Desenvolvimento de um emulador de medidor de energia elétrica

Atualmente estão sendo desenvolvidas as seguintes atividades:

1. Teste do *hardware* do protótipo de modem PLC
2. Integração do protótipo de modem PLC com o seu *software* básico
3. Integração do protocolo leitor-medidor com o *software* básico do modem PLC
4. Desenvolvimento de uma interface WWW
5. Integração da interface WWW como protocolo leitor-medidor

Ressalta-se ainda que além dos recursos provenientes da CEEE, o projeto conta também com um bolsista de iniciação científica financiado através do programa BIC da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

Com relação aos atrasos no cronograma, observa-se que a evolução do projeto e os objetivos atingidos até agora são compatíveis com o volume de recursos repassados pela CEEE e executados, como pode ser verificado através da Tabela 1.1. Para a conclusão do projeto, foi solicitado através do Departamento de Apoio a Convênios (DAC) da UFRGS a prorrogação do prazo deste projeto para 10 de março de 2006.

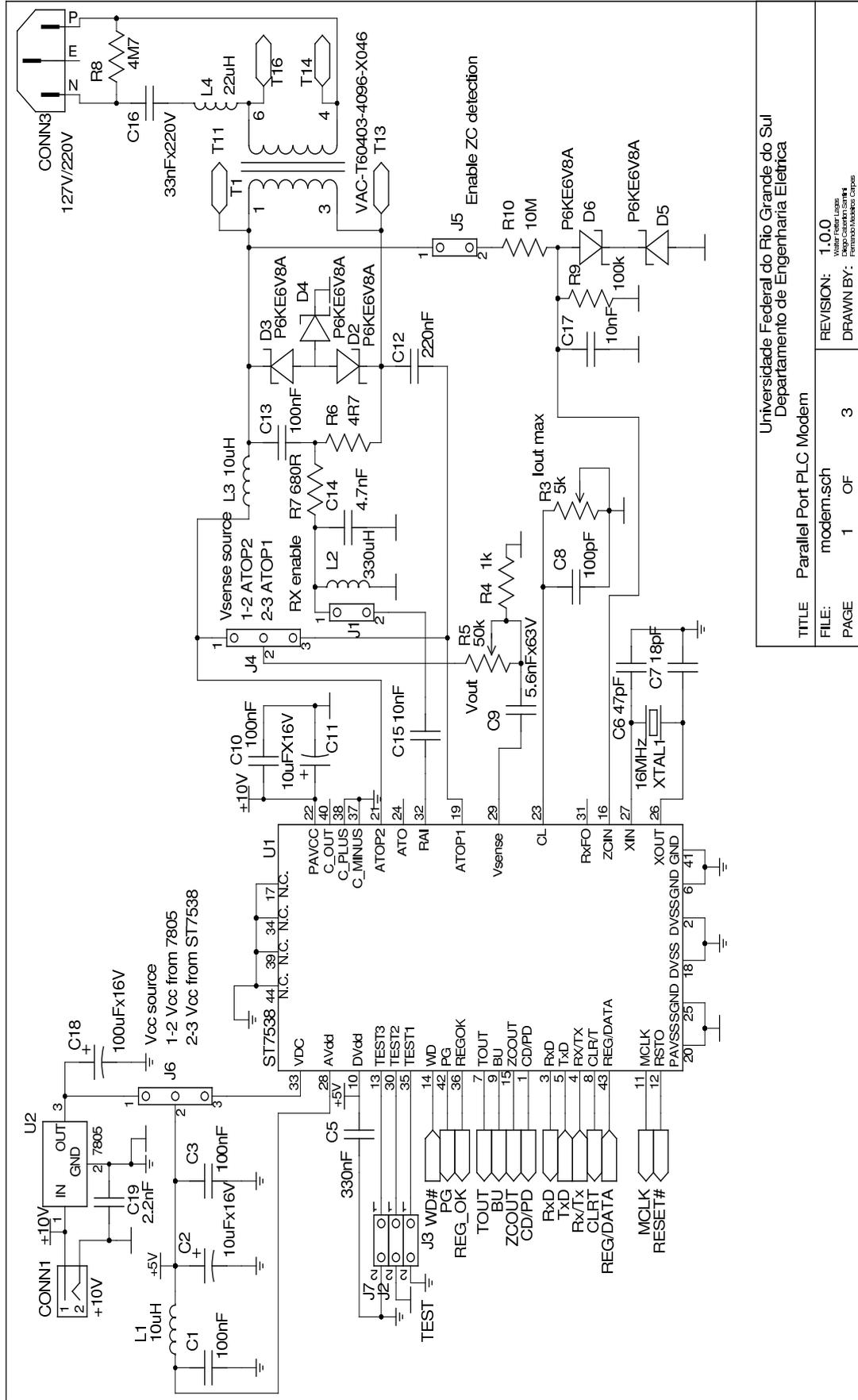
Estes atrasos nos repasses dos recursos ocorrem principalmente devido aos recursos serem inicialmente transferidos da CEEE para a UFRGS e desta para a Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FAURGS), que é responsável pela execução financeira. Assim, para a geração das prestações de contas a serem enviadas

juntamente com as faturas para a CEEE é necessário a prestação de contas da FAURGS para a UFRGS, que prepara a prestação de contas para a CEEE. Para evitar estes atrasos, seria conveniente que em futuros projetos fosse criado um mecanismo que permitisse a contratação direta da FAURGS pela CEEE ou que permitisse a transferência direta dos recursos da CEEE para a FAURGS, evitando-se com isto os atrasos correspondentes as transferências de recursos e informações entre UFRGS e FAURGS.

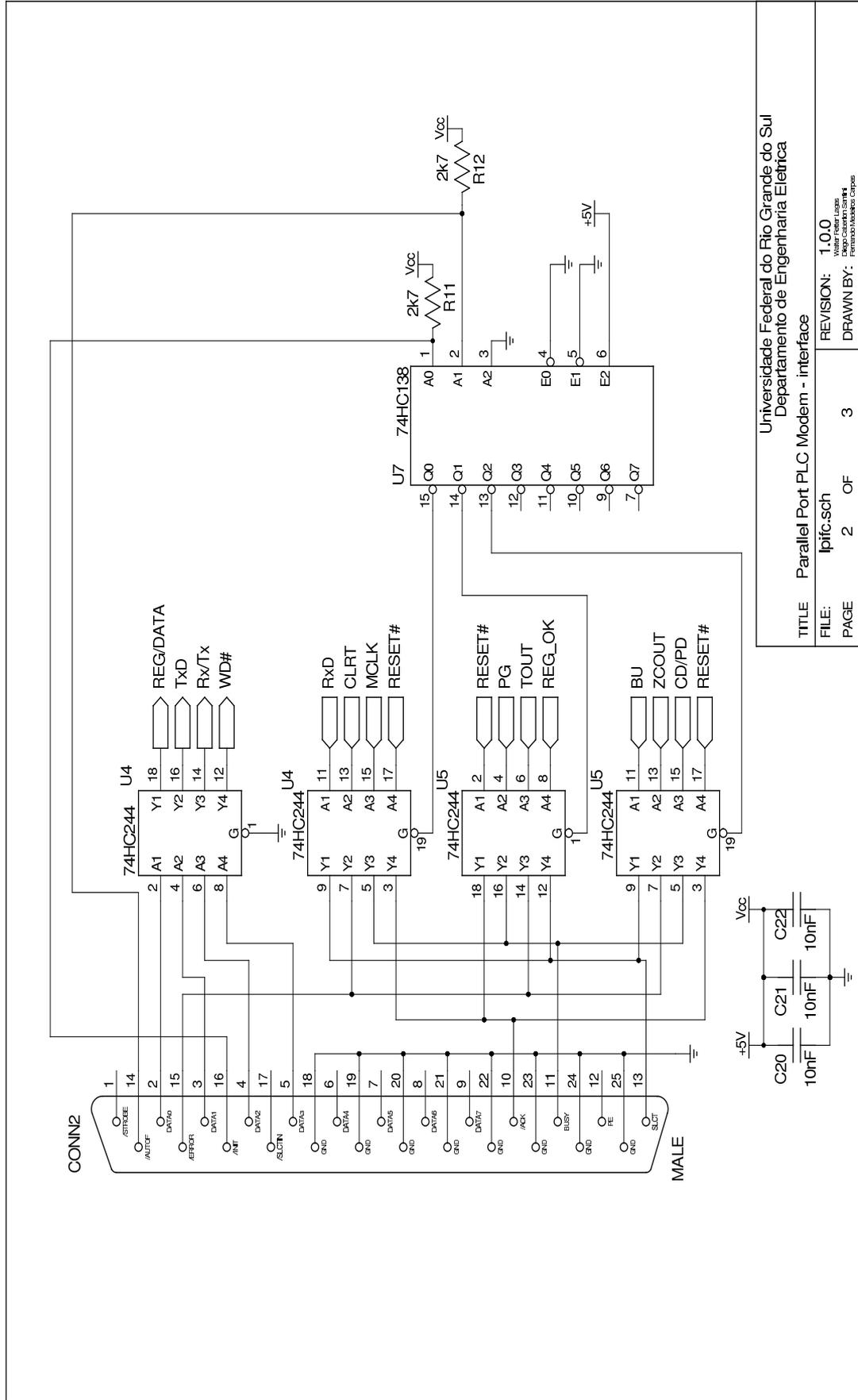
REFERÊNCIAS

- [1] ABNT. **NBR-14522**: intercâmbio de informações para sistemas de medição de energia elétrica — padronização. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004. 115p.
- [2] CANTONE, G. **AN1714 Application Note: ST7538 FSK power-line transceiver demo-kit description**. [S.l.]: ST Microelectronics, 2003. 42p.
- [3] HEESCH, D. van. **Doxygen Manual for version 1.3.7**. [S.l.: s.n.], 2004. 119p.
- [4] ST MICROELECTRONICS. **ST7538**: power line FSK transceiver datasheet. [S.l.: s.n.], 2003. 30p.

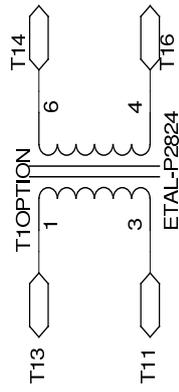
**APÊNDICE A DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS DO MODEM
PLC**



Universidade Federal do Rio Grande do Sul Departamento de Engenharia Elétrica	
TITLE	Parallel Port PLC Modem
FILE:	modern.sch
PAGE	1 OF 3
REVISION:	1.0.0
DRAWN BY:	Diego Cavallari Soares Pedro Henrique Capelo

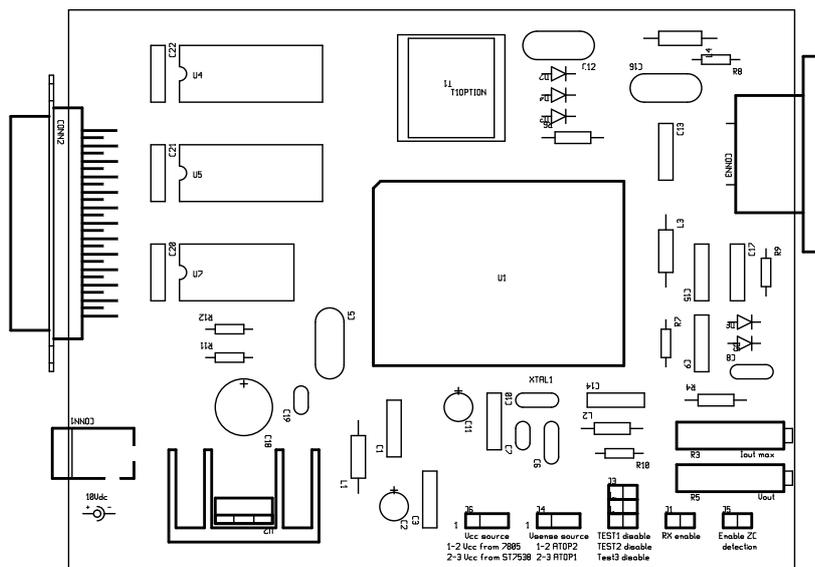


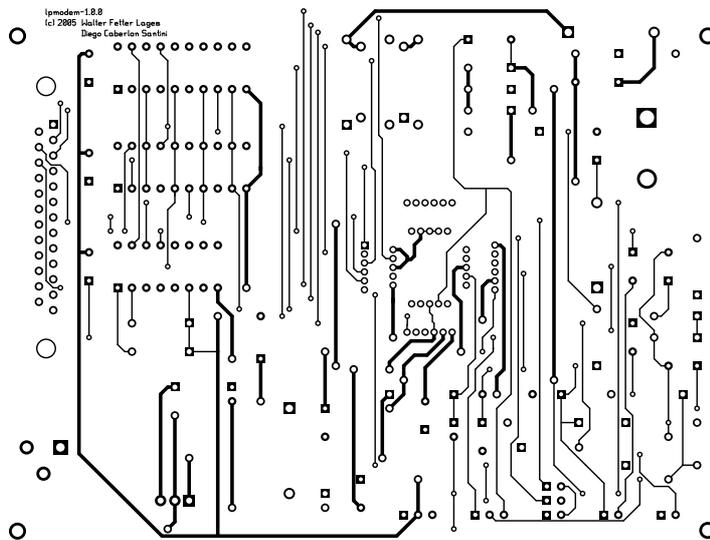
Universidade Federal do Rio Grande do Sul Departamento de Engenharia Elétrica		
TITLE	Parallel Port PLC Modem - interface	REVISION: 1.0.0
FILE:	lpifc.sch	Who: F. L. G. B.
PAGE	2 OF 3	DRAWN BY: F. L. G. B.

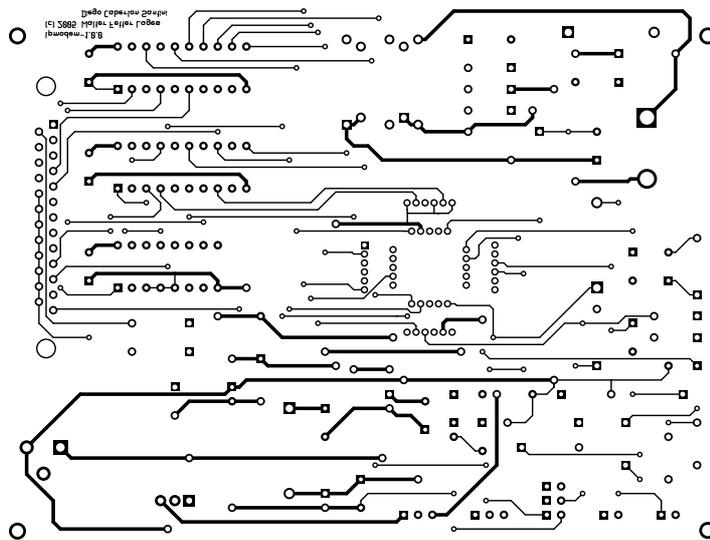


Universidade Federal do Rio Grande do Sul Departamento de Engenharia Elétrica	
TITLE	Parallel Port PLC Modem - Optional Replacements
FILE:	option.sch
PAGE	3 OF 3
REVISION:	1.0.0
DRAWN BY:	Diego Cavallari Sampaio Pedro Henrique Lopes

APÊNDICE B ARTE FINAL DO PCB DO MODEM PLC



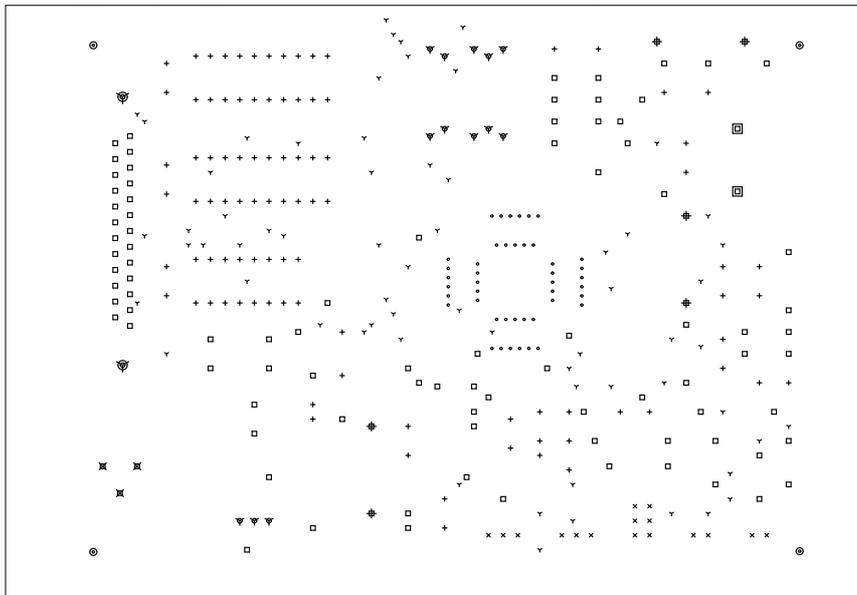




There are 11 different drill sizes used in this layout, 398 holes total

Symbol	Diam. (Inch)	Count	Plated?
Y	0.020	64	YES
+	0.020	24	YES
*	0.030	16	YES
.	0.031	44	YES
□	0.035	90	YES
▽	0.042	13	YES
⊕	0.052	6	YES
⊗	0.060	3	YES
⊙	0.080	4	YES
⊠	0.100	2	YES
⊡	0.120	2	YES

Title: (unknown) - Fabrication Drawing
 Author: Walter Fetter Lages,,
 Date: Mon Feb 28 21:57:53 2005 UTC
 Maximum Dimensions: 5900 mils wide, 4100 mils high



Board outline is the centerline of this 10 mil rectangle - 0,0 to 5900,4100 mils