

ESCOLA SENAI JAGUARIÚNA



TOMADA INTELIGENTE

Rodrigo
William
Hubert

JAGUARIÚNA
AGOSTO DE 2011
Escola SENAI Jaguariúna

Nomes: Rodrigo Eduardo Charaba
William Roberto
Hubert lima

TOMADA INTELIGENTE

Projeto desenvolvido pela
Escola SENAI de Jaguariúna

Orientado por: Prof. Claudio

Jaguariúna
Abril de 2011

Agradecimentos:

Agradecemos a todos os docentes do SENAI Jaguariúna pelas informações ministradas durante o curso que nos proporcionaram a possibilidade da realização deste projeto. Agradecemos em especial ao prof. Claudio por nos conceder tempo e auxílio extraclasse possibilitando a conclusão do projeto.

Agradecemos também todas as informações cedidas pelo Eng. Marcio Cardoso, na programação do Labview e todo seu empenho em nos ajudar.

Resumo: Este trabalho refere-se a um sistema de tomada que monitora a carga em tempo real.

Esta tomada estará equipada com sensores que farão a aquisição de dados da rede elétrica, enviando assim as informações para uma central equipada com software de gerenciamento(Labview).

Palavras chaves: Medição de energia, consumo de energia, monitoramento de consumo.

Abstract: This paper refers to a system that monitors the load taken in real time. This outlet will be equipped with sensors that will make data acquisition grid, thus sending the information to a central office equipped with management software (Labview).

Keywords: Energy measurement, energy consumption, consumption monitoring.

Sumário

1. Introdução.	1
2. Desenvolvimento.	2
2.1. Objetivo do Projeto.	2
2.2. Diagnóstico da realidade.	2
2.3. Justificativas.	2
3. Plano de execução.	2
3.1. Recursos.	2
4. Estratégia de execução.	3
4.1. Cronograma de atividades.	3
5. Descrição Técnica	4
5.1. Microcontrolador	8
5.2. Descrição de funcionamento do microcontrolador	9
5.3. Descrição de funcionamento do conversor USB/TTL	10
5.4. Descrição de funcionamento do conversor módulo transmissor	11
6. Esquemas elétricos	13
6.1. Desenho das placas de circuito impresso	14
6.2. Lista de componentes.	14
7. Documentação de software.	15
7.1. Fluxograma da placa medidora (Arduino)	15
7.2. Fluxograma da central (Labview).	16
8. Custo de fabricação.	20
9. Considerações finais.	21
9.1. Resultados obtidos	21
9.2. Sugestões de possíveis aperfeiçoamentos técnicos	21
9.3. Outras aplicações possíveis.	21
10. Referências	22
ANEXO 1 – Pesquisa de anterioridade	23

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Tela do Labview, gráficos e estados	1
Figura 2 – Esquema elétrico do CI 7757	4
Figura 3 – Diagrama de blocos do CI 7757	5
Figura 4 – Rede de atenuação para realizar a amostragem de tensão da linha	6
Figura 5 – Esquema de conexão entre a rede resistiva e a linha para o canal V2.....	8
Figura 6 - Esquema de conexão entre a linha e o resistor shunt para o canal V1.	Error! Bookmark not defined.
Figura 7 – Isolamento entre as alimentações do medidor e do controlador	Error! Bookmark not defined.
Figura 8 – Pinagem do Arduino Nano	13
Figura 9 - Arduino Nano	Error! Bookmark not defined.
Figura 10 – Conversor USB/TTL	Error! Bookmark not defined.
Figura 11 - Pinagem do módulo de transmissão	Error! Bookmark not defined.
Figura 12 - Foto do módulo TX abaixo e RX acima.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 13 - Hardware da placa medidora	Error! Bookmark not defined.

Lista de tabelas

Tabela 1 – Plano de execução	2
Tabela 2 - Cronograma	Error! Bookmark not defined.
Tabela 3 – Lista de componente da placa medidora...	Error! Bookmark not defined.
Tabela 4 – Custo de fabricação.....	Error! Bookmark not defined.

1. Introdução.

O projeto “Tomada inteligente” tem como alvo oferecer ao usuário uma solução pontual do consumo de uma determinada carga e um determinado intervalo de tempo, seja em tempo real ou em tempo pré definido.

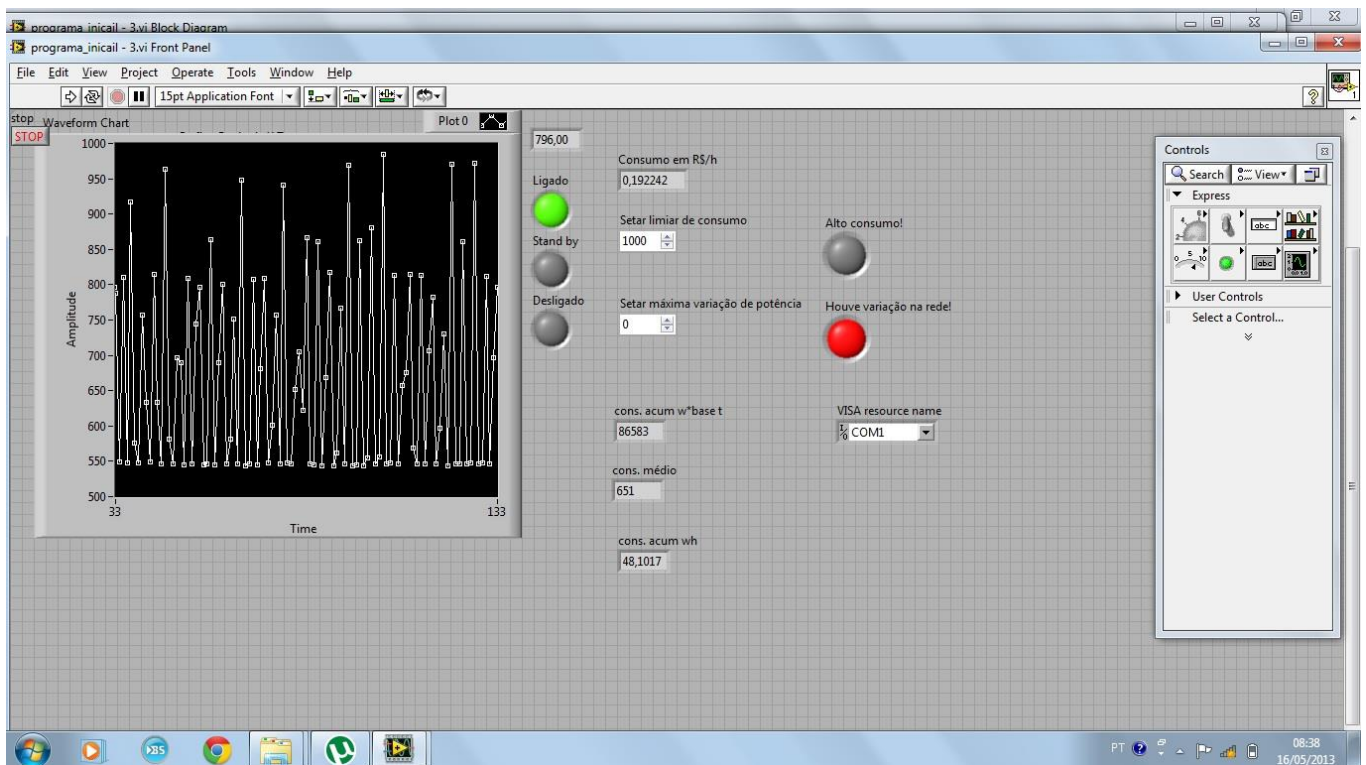


Figura 1 – Tela do Labview, gráficos e estados

2. Desenvolvimento.

2.1. Objetivo do Projeto.

O projeto tem como objetivo obter medidas de potencia de tomadas em qualquer cômodo da casa e dando ao usuário métodos de análise de consumo de potência de suas cargas independentes.

Para isso a tomada é equipada de uma rede sem fio ligada a uma central (PC), que tem como função armazenar os dados e processa-los de maneira a dar ao usuário, gráficos e uma maneira mais inteligente de leitura de potência.

2.2. Diagnóstico da realidade.

Hoje realizamos nossas medidas de energia elétrica a partir do medidor eletromecânico no quadro de energia de nossas casas.

Nosso projeto dará as pessoas uma maneira mais versátil e cômoda para quem necessita de medir o consumo pontualmente ou em determinado equipamento elétrico.

2.3. Justificativas.

Nosso medidor é digital eletrônico se difere do atual eletromecânico que não possibilita um gerenciamento a distancia, não é integrado a rede.

Nosso medidor possibilita a geração de gráficos de consumo, assim como pode dizer se o equipamento está ligado ou desligado, nos informa o quanto gastamos em reais e tudo isso em tempo real, sem a necessidade de ir até o local colher as informações.

3. Plano de execução

Tabela 1 – Plano de execução

	O que?	Como?	Quem?
1	Redação do projeto	Word, PC	William
2	Teste do modulo de aquisição de dados	Osciloscópio, Multímetro	Hubert e Rodrigo
3	Desenvolvimento de Software de medição	Arduíno, Proteus	Rodrigo
4	Modificações no sistema de alimentação	Ferro de solda	Hubert
5	Desenvolvimento Software de transmissão.	Arduíno, Proteus	Rodrigo
6	Testar modulo de transmissão	Equipamentos de medição(Osciloscópio, Multímetro etc.)	Hubert, Rodrigo e William
7	Integração com Software Labview	PC, TX e RX, Labview	Hubert, Rodrigo e William
8	Integração e testes	Com recursos do laboratório de projetos	Hubert, Rodrigo e William

3.1. Recursos

Técnico em Labview para tal conhecimento, computador com software de compilação da plataforma Arduíno e software de programação do Labview.

4. Estratégia de execução

4.1. Cronograma de atividades

O cronograma de atividades no auxiliou no planejamento ao longo do projeto, nele estão listados todas as nossas atividades ao longo do projeto.

Tabela 2 – Cronograma

Equipe alfa		Tomada Inteligente																						
Hubert,Rodrigo e William		Cronograma																						
ITEM	Descrição	Mês	Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho	
		semana	1ª	2ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª		
		Duração																						
1	Redação do projeto		x	x	x	x																		
2	Teste do modulo de aquisição de dados				x	x																		
3	Desenvolvimento de Software de medição						x	x	x															
4	Modificações no sistema de alimentação							x																
5	Desenvolvimento Software de transmissão.							x	x	x	x													
6	Testar modulo de transmissão									x	x	x												
7	Integração com Software Labview											x	x	x	x									
8	Integração e testes																x	x	x					
		legenda:					previsto	x	realizado															

5. Descrição Técnica

O circuito medidor utiliza o chip ADE 7757 da analog devices, que foi escolhido por ser um medidor de watt-hora para sistemas monofásicos de baixo custo e por permitir uma precisão comparável aos medidores eletromecânicos atuais. Além disso, o integrado possui dois conversores AD (analógico-digital) para conversão de tensão e corrente e uma saída de pulso para realizar a interface com o microcontrolador.

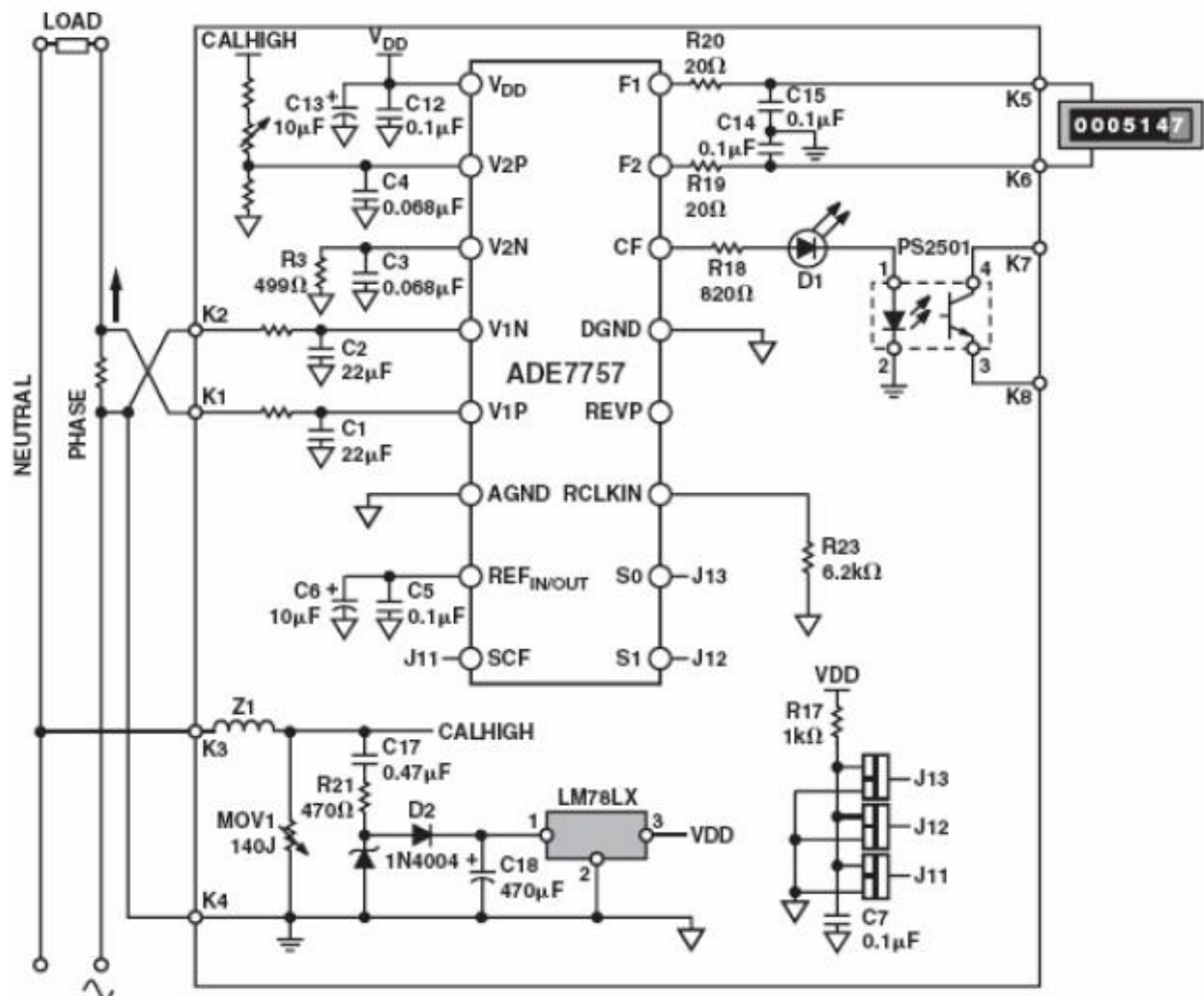


Figura 2 – Esquema elétrico do CI 7757

O integrado possui internamente dois amplificadores diferenciais conectados a dois conversores AD de 16 bits, que estão destinados a medir os valores de tensão e corrente. Em seguida, os dados são encaminhados para um bloco de processamento digital em que são realizadas a filtragem, a correção de fase e a multiplicação dos sinais. A informação digital de consumo é então convertida em frequência para se enviada ao microcontrolador.

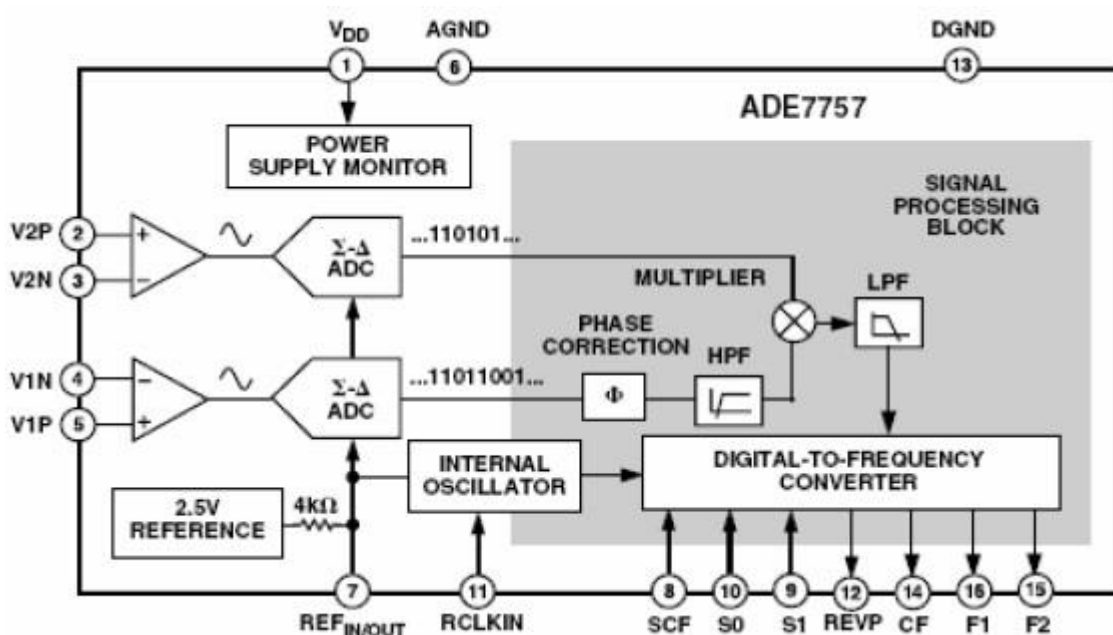


Figura 3 – Diagrama de blocos do CI 7757

Para realizar a amostragem da tensão da linha é utilizada uma rede resistiva com o objetivo de atenuar essa tensão para uma ordem de dezenas de milvolts a entrar com esta informação no amplificador diferencial. A figura 4 mostra o esquema da rede resistiva.

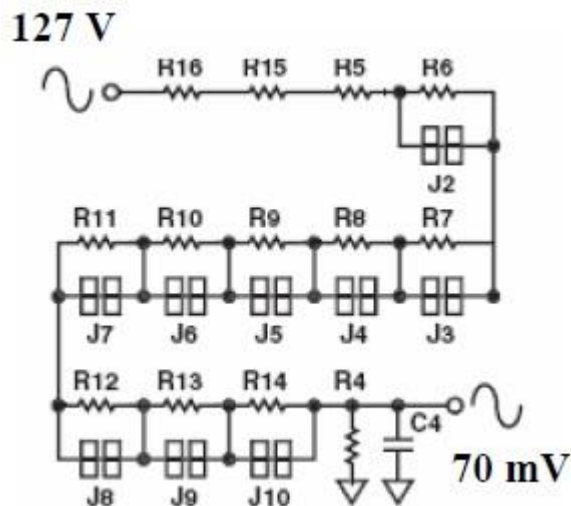


Figura 4 – Rede de atenuação para realizar a amostragem de tensão da linha

A atenuação da tensão é obtida através de um circuito divisor resistivo. A associação série dos resistores define uma corrente entre a fase e o neutro, que ao passar pela resistência R4 gera uma tensão V_{R4} proporcional àquela presente na linha. Esta rede pode ser calculada para permitir uma calibração na tensão de saída. Isto ocorre porque o valor de resistência equivalente associado a R4 pode diminuir quando conectamos os jumpers da rede resistiva, colocando seus resistores em curto.

Ao se calcular os nove resistores começando por H6 e terminando por R14 (figura 9), cada um com valor igual à metade de seu predecessor, a tensão V_{R4} poderá ser calibrada com uma precisão definida pelo menor resistor da rede. Ao se visualizar os nove resistores como um sistema binário ligado/desligado, a tensão V_{R4} do caso real poderá ser ajustada, entre um valor máximo em 000000000, representando todos os resistores em curto, e um valor mínimo em 111111111, quando todos estiverem associados.

Com isso, a tensão V_{R4} é inserida na entrada V2P do amplificador diferencial do canal V2. A entrada V2N deve ser conectada ao terra do circuito. A figura 5 mostra como deve ser a conexão entre a rede resistiva e a entrada do canal V2. Deve-se notar que a rede resistiva está representada pelos resistores RA, RB e RF. É importante mencionar que, segundo o manual do fabricante, este canal suporta uma tensão de entrada em V2P

máxima de 165mV de pico, positiva ou negativa, e um nível DC comum máximo de 25mV, que devem ser considerados durante o projeto.

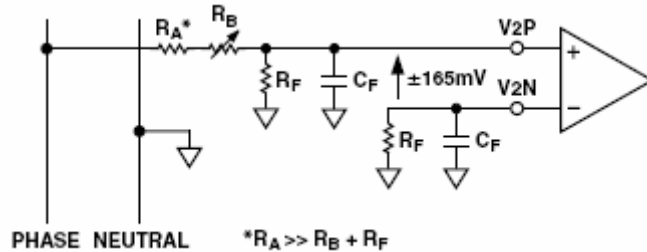


Figura 5 - Esquema de conexão entre a rede resistiva e a linha para o canal V2.

Para medir a corrente fornecida um resistor shunt é utilizado em série com linha, permitindo a conversão da corrente em uma tensão proporcional. A tensão máxima AC na entrada do canal V1, definida pelo manual do fabricante é de $\pm 30\text{mV}$ de pico, com um nível DC máximo de $\pm 6,25\text{mV}$. A figura 11 mostra o esquema de conexão do resistor shunt e a linha.

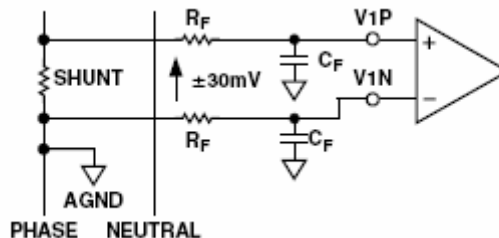


Figura 6- Esquema de conexão entre a linha e o resistor shunt para o canal V1.

Embora o desenvolvimento de um circuito para medir o consumo de energia envolva a proposta principal deste trabalho, o coração do projeto é sustentado por uma inteligência local que controla todas as funcionalidades do medidor.

Com isso, surge a necessidade de se utilizar um acoplador ótico¹ para enviar para a inteligência local o conjunto de pulsos referente ao consumo, uma vez que o microcontrolador encontra-se isolado da linha através de uma alimentação por um transformador. A figura 7 mostra esta situação.

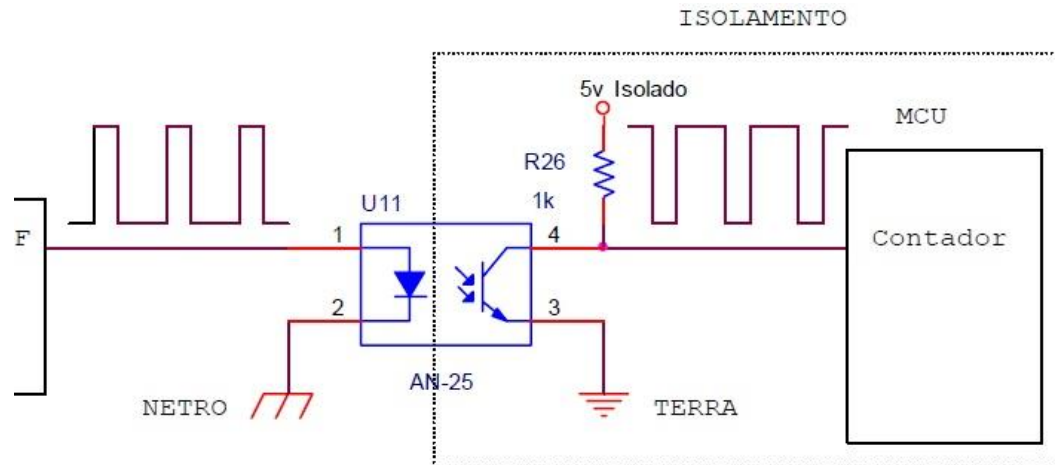


Figura 7- Isolamento entre as alimentações do medidor e do controlador.

5.1. Microcontrolador

A figura 8 mostra a pinagem do microcontrolador Atmega 328 da plataforma Arduino Nano. Pode-se notar o tamanho reduzido da plataforma.

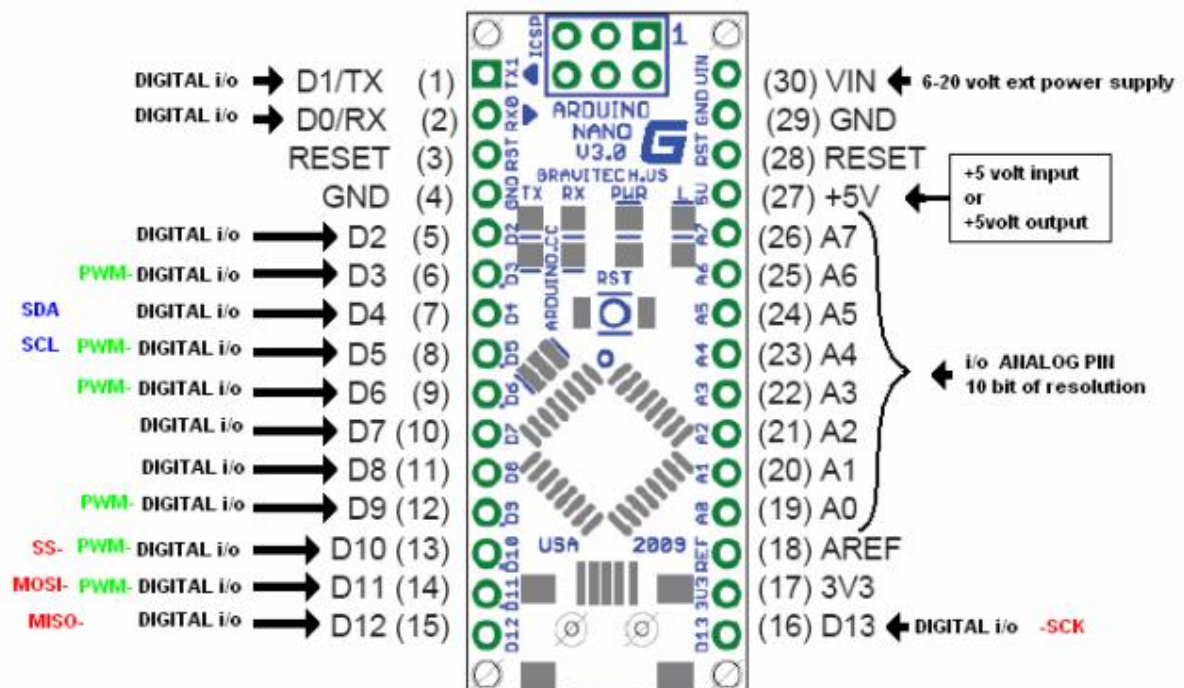


Figura 8 – Pinagem Arduino Nano

Essa inteligência local é utilizada para gerenciar o medidor de energia e seus periféricos, permitindo agregar funcionalidades como armazenar o totalizador de consumo em memória não volátil, se comunicar com uma unidade concentradora através de um protocolo predefinido.

Para satisfazer esse requisito, foi utilizado o microcontrolador Atmega328, da Atmel Technology Inc. , chamado de arduino nano. Esse controlador foi escolhido por possuir os periféricos necessários e por ser um dispositivo de fácil programação e utilização.

5.2. Descrição de funcionamento do microcontrolador

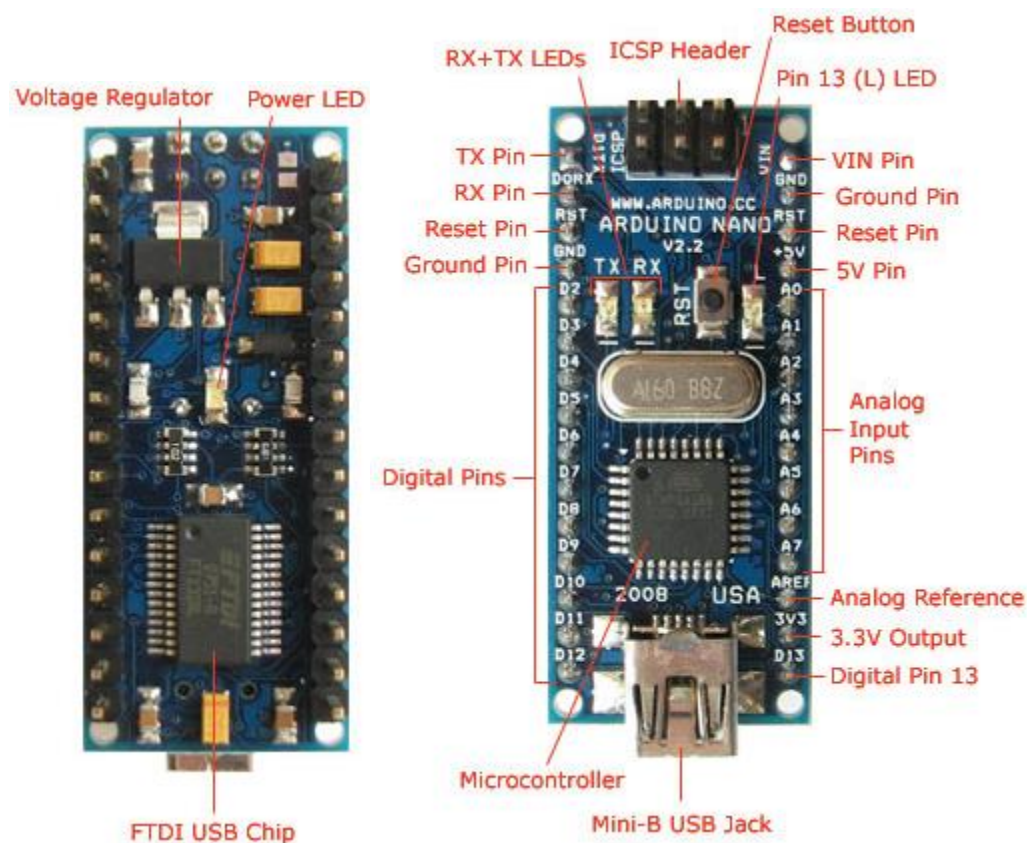


Figura 9 – Arduino Nano

Essa plataforma foi escolhida pelo seu pequeno espaço físico, possibilitando a embarcação dele junto a placa medidora.

Nesse caso, estamos utilizando três pinos desse microcontrolador.

Pino D2 (Digital I/O 2), nos possibilitando ativar a INT 01 (interrupção externa 1), que é utilizada para realizar a contagem dos pulsos vindos da placa medidora.

Pino GND que serve de referencia para a placa medidora.

Pino TX que nos possibilita fazer a interface de transmissão de dados UART com o módulo de 433 Mhz utilizado para transmitir os dados para a central via RF.

5.3. Descrição de funcionamento do conversor USB/TTL



Figura 10 – Conversor USB/TTL

O conversor USB para TTL foi utilizado para realizar a interface com o computador.

O funcionamento dele é simples e iremos utilizar apenas três pinos:

- +5V - Este pino vamos ligar nos terminais do modulo receptor que são alimentados pelo "positivo".
- GND - Este pino vamos conectar aos terminais do modulo receptor que são alimentados pelo "negativo".
- RXD - Este pino nos vamos conectar ao pino DADOS do nosso modulo RX 433Mhz.

5.4.Descrição de funcionamento do conversor módulo transmissor

O transmissor utilizado para o projeto é um dos mais simples e baratos existentes no mercado.

O módulo opera em uma frequência de 433Mhz e é de simples implementação.

Afigura 11 ilustra um exemplo de ligação do módulo com um microcontrolador.



Demostration scheme of 433/315Mhz RF kit

Figura 11 – Pinagem do módulo de transmissão



Figura 12 – Foto do módulo TX abaixo e RX acima.

6. Esquemas elétricos

Esse esquema foi desenvolvido no software ISIS Proteus.

Na figura x podemos observar o módulo de transmissão fazendo uma interface com o microcontrolador e a placa medidora.

MÓDULO PLACA MEDIDORA

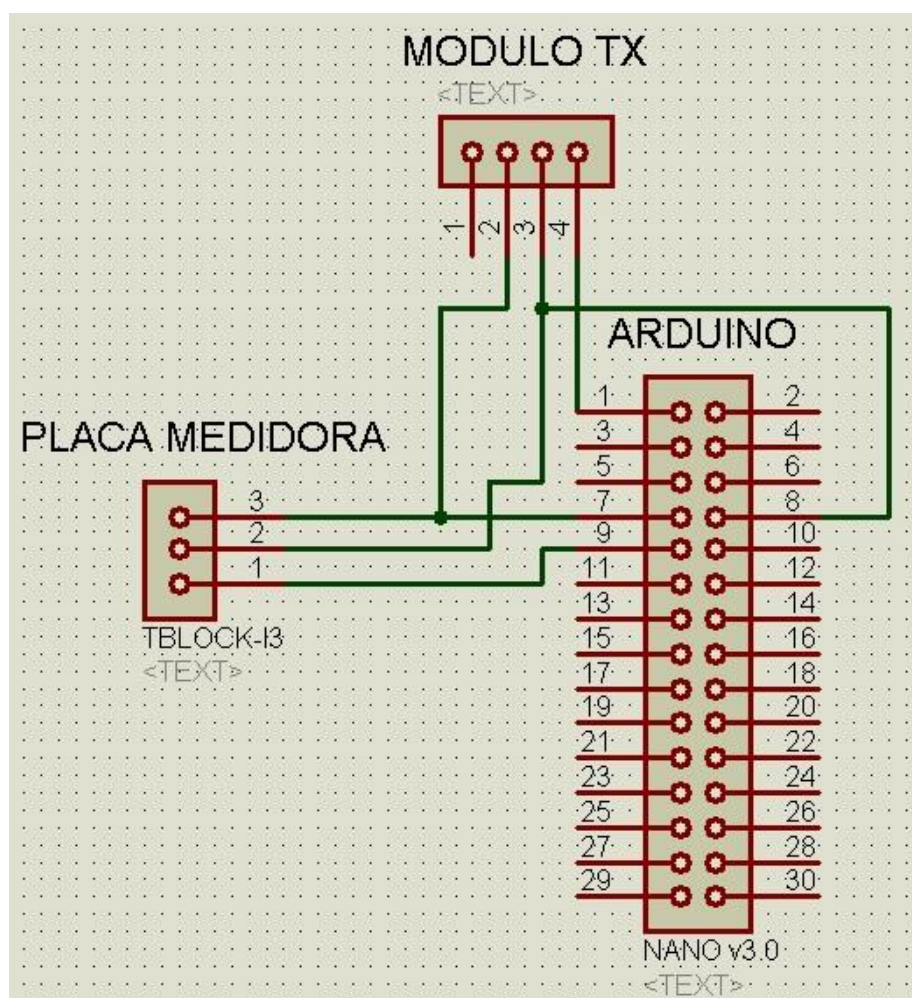


Figura 13 – Hardware da placa medidora

6.1. Desenho das placas de circuito impresso

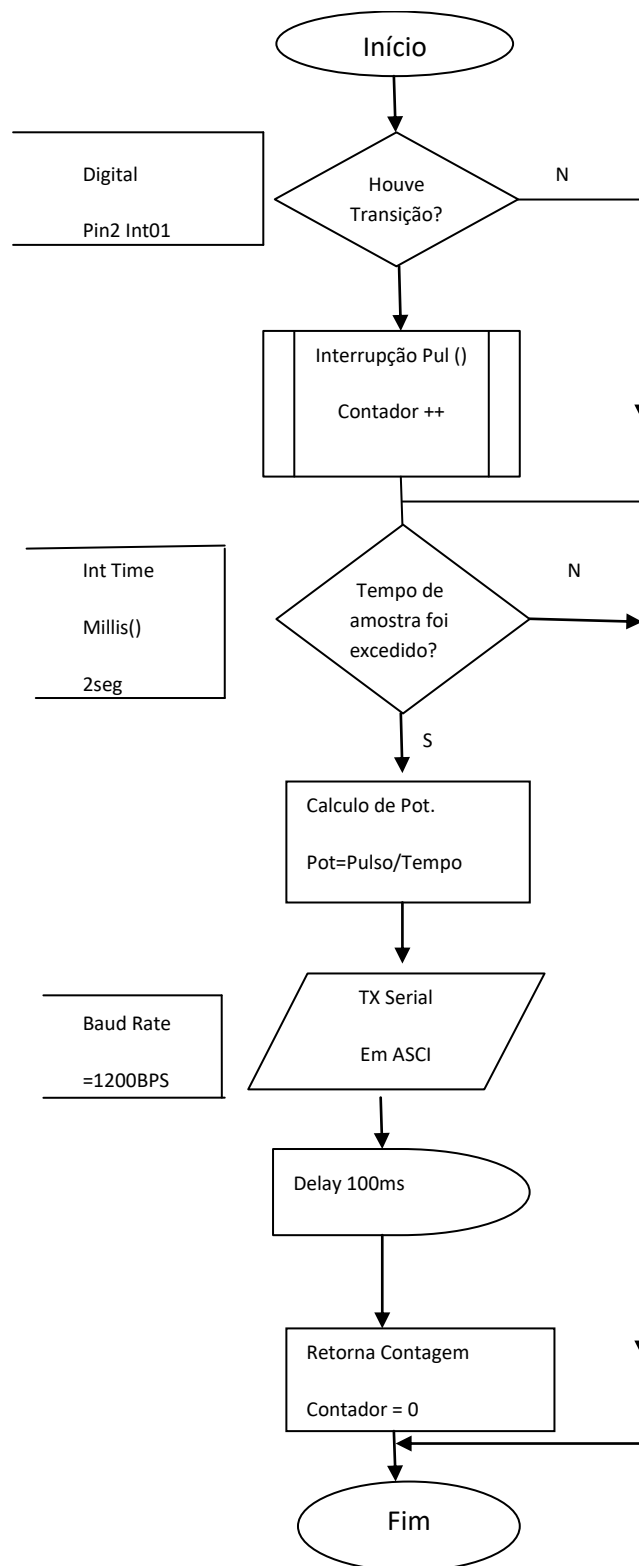
6.2. Lista de componentes

Lista de componentes para a placa medidora			
Componentes	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Soquete 30 pinos	1		
Bloco conector 3 pinos	2		
Placa de fenolite	1		
		Total Gasto	R\$

Tabela 3 – Lista de componentes

7. Documentação de software.

7.1. Fluxograma da placa medidora (Arduino)



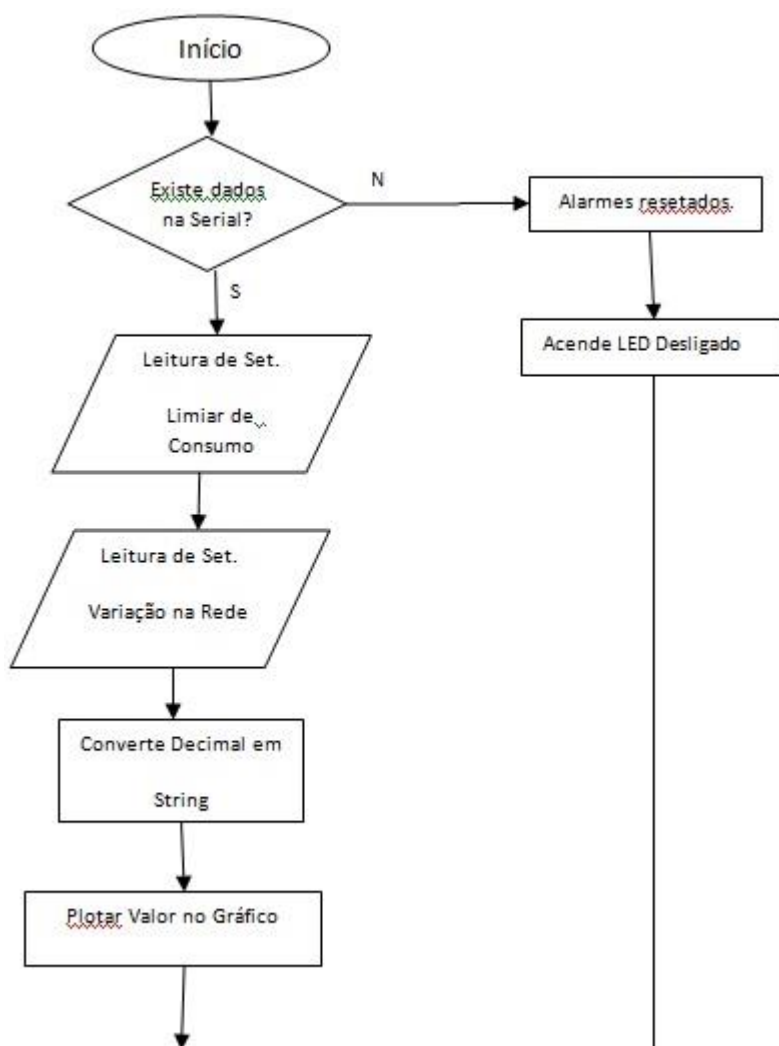
OBSERVAÇÕES

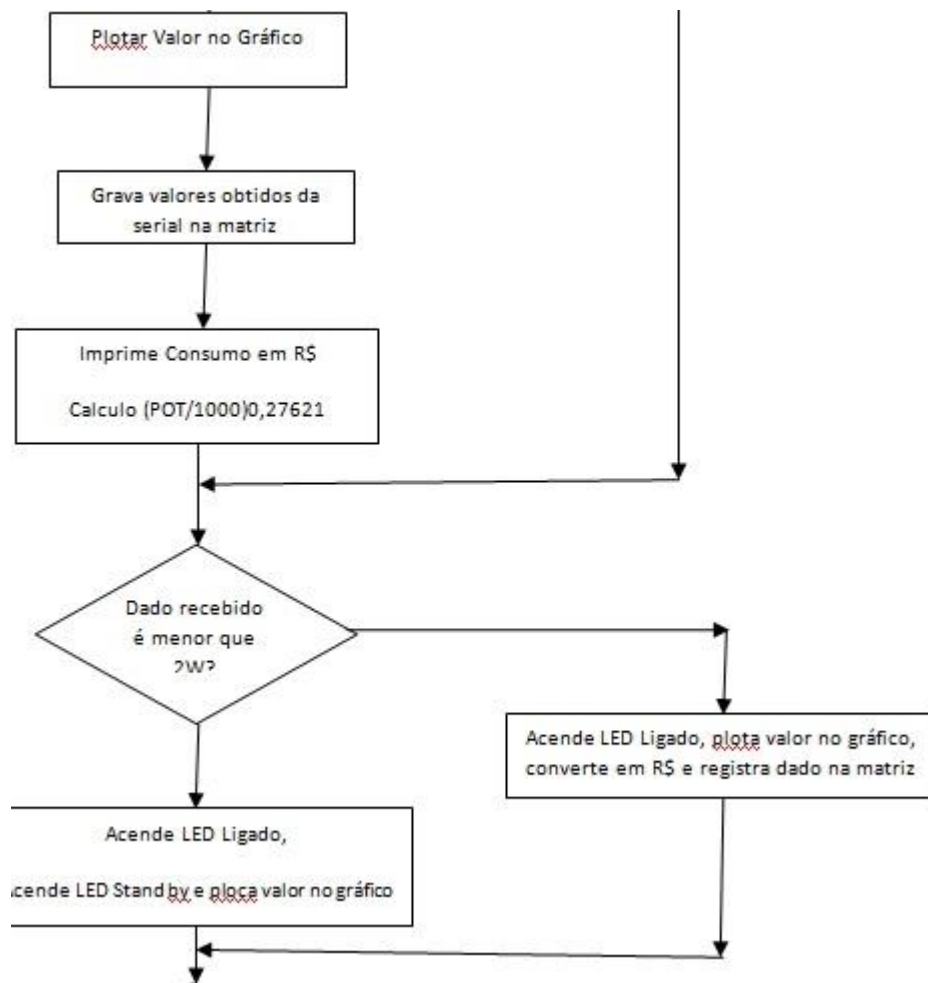
Esse fluxograma descreve o funcionamento do firmware de conversão de frequência (contador de pulsos) em potência e que depois é transmitido via serial UART para a central em ASCII.

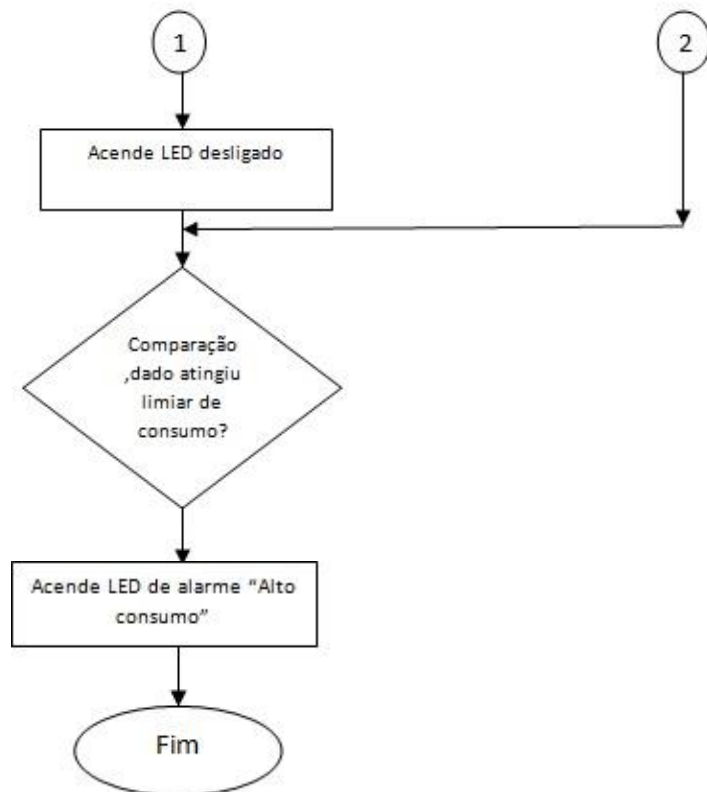
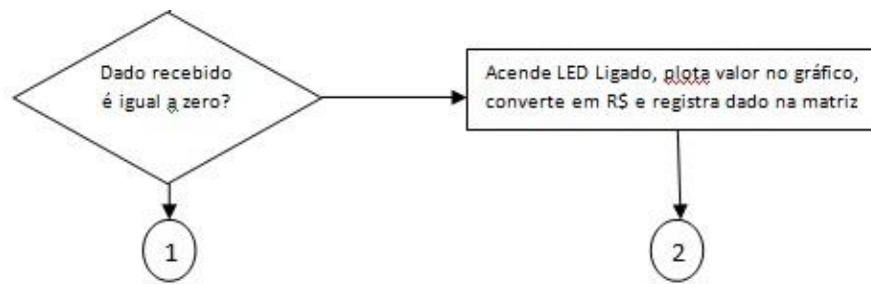
7.2. Fluxograma da central (Labview)

Esse fluxograma descreve o funcionamento do software de programação Labview.

Esse software é responsável pelo tratamento dos bytes enviados pelo modulo de transmissão UART.







8. Custo de fabricação

Na tabela 4, são descritos os custos de fabricação do projeto.

Custo de componentes para a fabricação de um protótipo			
Componentes	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Modulo PMM2010 Debuy	1	R\$ 30,00	R\$ 30
Plataforma Arduini Nano	1	R\$ 20,00	R\$ 20,00
Modulo TX RX 433Mhz	1	R\$ 20,00	R\$ 20,00
Conversor USB/TTL	1	R\$ 21,80	R\$ 21,80
Placa de fenolite	1	R\$ 5,00	R\$ 5,00
		Total Gasto	R\$ 96,80

Tabela 4 – Custo de fabricação

9. Considerações finais.

9.1. Resultados obtidos

O resultado final do projeto foi satisfatório, conseguimos implementar a maioria das funcionalidades que tínhamos definido, porém a parte de telecomando acabou se tornando muito complicada e demandava um tempo maior do que nós havíamos planejado pra o projeto como um todo.

Mas avaliando o projeto inteiro ficamos muito contentes com o resultado final e que atende a proposta e a ideia principal, que é o consumo consciente de energia elétrica.

9.2. Sugestões de possíveis aperfeiçoamentos técnicos

Outra ideia que se tornou muito forte ao longo do projeto, foi à possibilidade de projetarmos um hardware mais robusto que suportasse uma corrente elétrica maior para o uso nos disjuntores das residências.

Desse modo seria possível a análise por cômodos ou por circuitos na casa. A parte de firmware e software mudaria muito pouco, seriam apenas acréscimos de mais algumas funcionalidades, mas a ideia seria praticamente a mesma.

9.3. Outras aplicações possíveis.

Outra aplicação possível para o projeto, além do foco principal que são as residências, podemos também aplicar essa ideia tranquilamente em indústrias que estejam preocupadas em gastos pontuais, como equipamentos que permaneçam ligados por um longo período de tempo.

10. Referências

- Escola de Engenharia UFRJ- Paulo Gentil Gibson Fernandes
- PADTEC Eng. Marcio Cardoso
- Datasheet e informações sobre o C.I ADE7757. ANALOG DEVICES.
Disponível em: <http://www.analog.com/en/analog-to-digital-converters/energy-measurement/ade7757a/products/product.html>
acesso: 26/08/2011
- Datasheet e informações sobre o C.I ADE7755. ANALOG DEVICES.
Disponível em http://www.analog.com/static/imported_files/data_sheets/ADE7755.pdf
acesso: 26/08/2011
- Informações sobre a placa de medição
Disponível em: <http://ryan.com.br/wp/review-pmm2010/>
acesso: 26/08/2011
- Aduino Nano
Disponível em: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>
acesso: 20/12/2011
- INPI - <http://www.inpi.gov.br>

ANEXO 1 – Pesquisa de anterioridade

Chave de buscas: “TOMADA INTELIGENTE”

INPI

» Consultar por: [Base Patentes](#) | [Finalizar Sessão](#)

RESULTADO DA PESQUISA (21/02/2013 às 08:37:25)

Pesquisa por:

Todas as palavras: 'TOMADA INTELIGENTE no titulo' \ Foram encontrados 3 processos que satisfazem à pesquisa. Mostrando página 1 de 1.

Processo	Depósito	Título
PI0802021-3	09/04/2008	TOMADA ELETRICA INTELIGENTE
MU8102339-1	17/10/2001	TOMADA INTELIGENTE
PI9305120-4	01/12/1993	TOMADA INTELIGENTE COM POLARIZADOR DE DASE

Páginas de Resultados:

1

Existem produtos similares, mas não com o mesmo princípio e aplicabilidade.