

ESCOLA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL SENAI PORTO ALEGRE  
CURSO TÉCNICO EM ELETRÔNICA

HENRIQUE MACHADO MARTINS  
WAGNER BITENCOURT REBELLO

FOGÃO MICROCONTROLADO

Monografia apresentada como requisito parcial  
para a obtenção da habilitação plena em  
Técnico em Eletrônica

Prof. Flavio Rocha de Avila  
Orientador

Porto Alegre, dezembro de 2009.

## **CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO**

MARTINS, Henrique Machado; REBELLO, Wagner Bitencourt

Fogão Microcontrolado / Henrique Machado Martins; Wagner Bitencourt Rebello – Porto Alegre: SENAI/Escola de Educação Profissional de Porto Alegre/Curso Técnico em Eletrônica, 2009.

86 f. il.

Monografia (curso técnico) – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Escola de Educação Profissional Porto Alegre. Curso Técnico em Eletrônica. Porto Alegre, 2009. Orientador: Avila, Flávio Rocha de.

1.Fogão Microcontrolado. I. Avila, Flavio Rocha de.

ESCOLA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL SENAI PORTO ALEGRE

Diretor: Prof. Msc. Clóvis Leopoldo Reichert

Coordenador: Alexandre Gaspary Haupt

Orientadora Pedagógica: Dione Danesi Gallo de Araújo

Psicóloga: Marília Marques

Bibliotecária: Patrícia Redel Nunes Teixeira

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao orientador Flavio que ajudou-nos a alcançar nosso objetivo, agradeço também a minha mãe pelo apoio financeiro.

Não esquecendo também os colegas do curso que sempre que possível ajudaram na realização deste trabalho.

Wagner Bitencourt Rebello

Agradeço a minha família que apoiou bastante para realização deste projeto, me ajudou a conseguir alguns componentes indispensáveis para o TCC, agradeço também ao orientador Flavio que nos ajudou bastante para realização deste trabalho, e aos colegas do curso que ajudaram quando tínhamos alguma dúvida.

Henrique Machado Martins

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	6
LISTA DE FIGURAS .....	7
LISTA DE TABELAS .....	8
RESUMO.....	9
ABSTRACT .....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivos .....	11
1.2 Objetivos Específicos.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	13
2.1 Introdução .....	13
2.2 Descrição.....	13
2.2.1 Cuidados com o Fogão .....	16
2.2.2 Termopar e Temperaturas.....	17
2.2.2.1 A importância da Temperatura .....	17
2.2.2.2 Medidores Ideais.....	18
2.2.2.3 Escala de Temperatura.....	19
2.2.2.4 O Controle da Temperatura .....	20
2.2.2.5 O Termopar.....	21
2.2.2.6 Acidentes e Novas Tecnologias .....	21
2.2.2.7 Termopares – Potência Termoelétrica .....	22
2.3 Estado da Arte .....	26
3 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO .....	28
3.1 Introdução.....	28
3.2 Descrição .....	29
3.2.2 Divisão das Tarefas .....	32
3.2.3 Etapas de Execução .....	32
3.2.4 Atividades Previstas para Etapas .....	33
3.2.5 Alocação de Recursos Humanos .....	33
3.2.6 Alocação de Recursos Técnicos .....	33
3.2.7 Alocação de Recursos Humanos .....	34
3.2.8 Metas .....	35
3.2.9 Indicador de Desempenho .....	35

3.3	Cronograma e Plano de Trabalho .....	36
3.4.1	Plano de Ação desenvolvido .....	37
4	DESENVOLVIMENTO .....	38
4.1	Mecânica.....	38
4.1.1	Introdução .....	38
4.1.2	Descrição .....	38
4.1.3	Lista de peças e custos.....	41
4.2	Hardware .....	41
4.2.1	Plataforma de desenvolvimento.....	41
4.2.1.1	Introdução.....	41
4.2.1.2	Descrição .....	42
4.2.1.2.1	Cuscopic .....	42
4.2.1.2.2	Fonte .....	43
4.2.1.2.3	IHM.....	44
4.2.1.3	Lista de peças.....	45
4.2.2	Hardware Desenvolvido .....	46
4.2.2.1	Introdução.....	46
4.2.2.2	Descrição .....	46
4.2.2.3	Tabela de preços .....	50
4.3	Software.....	51
4.3.1	Introdução.....	51
4.3.1.1	Linguagem Assembly .....	51
4.3.1.2	Linguagem C ANSI.....	53
4.3.1.3	Compilador CCS.....	55
4.3.1.4	MPLAB.....	56
4.3.2	Firmware Desenvolvido .....	57
4.3.2.1	Introdução.....	57
4.3.2.2	Descrição .....	58
4.3.2.3	Fluxograma.....	59
4.3.2.4	Relação Fluxograma – Programa.....	62
4.3.2.5	Programa(.c) .....	62
4.3.2.6	Bibliotecas(.h).....	66
4.3.2.7	Arquivo .HEX.....	67
4.3.2.7.1	Cabo de gravação paralelo.....	68
4.3.2.7.2	Arquivo executável.....	69
5	CONCLUSÕES.....	82
	REFERÊNCIAS.....	84
	ANEXO I - INTEGRAÇÃO .....	85

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

PIC	Peripheral Integrated Controller
IHM	Interface Homem Maquina
CCS	C Compiler Standard
RAM	Random Access Memory
ROM	Read-Only Memory

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Diagrama de blocos do TCC .....	12
Figura 2.1: Curva de calibração de um par termoeletrico .....	22
Figura 2.2: Fogão com forno temporizado .....	27
Figura 4.1: Fogão.....	38
Figura 4.2: Usina ignitora.....	39
Figura 4.3: Termopar.....	40
Figura 4.4: Solenoide de gás.....	41
Figura 4.5: Esquemático da Placa Principal .....	43
Figura 4.6: Fonte .....	44
Figura 4.7: Esquemático da Placa IHM.....	44
Figura 4.8: Estação Cuscopic .....	45
Figura 4.9: Grafico Termopar Fogo Acionado.....	47
Figura 4.10: Grafico Termopar fogo apagando .....	47
Figura 4.11: Grafico Termopar sem fogo.....	48
Figura 4.12: Grafico Termopar com fogo fixo .....	48
Figura 4.13: Circuito de Acomodação de sinal .....	49
Figura 4.14: Circuito de Acionamento Indutivo.....	49
Figura 4.15: Processo de comunicação entre homem e micro controlador .....	52
Figura 4.16: Exemplo de programa em assembly .....	53
Figura 4.17: Compilador CCS .....	56
Figura 4.18: MPLAB.....	57
Figura 4.19: Fluxograma do firmware desenvolvido .....	59
Figura 4.20: Fluxograma do firmware desenvolvido .....	60
Figura 4.21: Fluxograma do firmware desenvolvido .....	61
Figura 4.22: Esquemático do cabo de gravação paralelo .....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Tensão termoelétrica do termopar Tipo T .....	23
Tabela 2.2: Tensão termoelétrica do termopar Tipo T .....	24
Tabela 2.3: Tabela termopares comerciais .....	25
Tabela 3.1 Cronograma para conclusão do TCC.....	29
Tabela 3.2: Tabela de preços .....	35
Tabela 3.3: Indicador desempenho .....	35
Tabela 3.4: Etapas previstas x realizadas .....	37
Tabela 4.1: Tabela de preços Mecânica.....	41
Tabela 4.2: Tabela de preços da estação.....	45
Tabela 4.3: Tabela de preços Hardware .....	50



## RESUMO

A monografia apresentada a seguir tem como principal objetivo descrever o funcionamento do TCC elaborado por Henrique Martins e Wagner Rebello.

O principio básico do Fogão Microcontrolado é identificar suas bocas, ligá-las através da IHM que faz parte da plataforma de desenvolvimento, e para desligá-las é necessário determinar um horário no alarme pela placa IHM, quando este alarme estiver no mesmo horário do relógio a fogo será desligado automaticamente. Também possui um sistema de proteção contra vazamentos de gás, por exemplo, se algum eventual atrito apagar o fogo ele tentará religar suas bocas por dois segundos se não conseguir será desativada a solenóide evitando possíveis vazamentos.

Possui um sensor de chama (termopar) que quando ocorrer alguma queda brusca no fogo ele enviara o sinal que é acomodado e amplificado pelo circuito realizado (hardware), para plataforma de desenvolvimento (cuscopic) que fará desligar a usina ignitora e desativar a solenóide.

**Palavras-Chave:** Auto-coker, Sensor de temperatura, IHM.

## **Auto-Cooker**

### **ABSTRACT**

The monograph that follows has as its main objective describe the thesis of completion elaborated by Henrique Martins and Wagner Rebello.

The basic principle of the Micro controlled Stove is to identify its mouths, turn them on through the HMI (Human-Machine Interface), that is part of the developing platform, and to turn them off is necessary to determine a time on the alarm board of the HMI, when this alarm time is at the same time in the clock the fire will be turned off automatically. It also has a protection system against gas leaks for example, whether any friction turns the fire off, the stove will try to turn the mouths on again for two seconds, if it is unable to make this the solenoid will be deactivated in order to avoid, and prevent, possible leaks.

It has a flame sensor (termopar) that will send a signal, when occur some sudden drop in the fire, which is amplified and accommodated by the realized circuit (hardware), to the developing platform (cuscocip) that will turn off the ignitor plant and will deactivate the solenoid.

**Keywords:** Auto-cooker, temperature sensor, IHM.

# 1 INTRODUÇÃO

O projeto é um fogão que, pode identificar automaticamente as bocas e verificar se estão acesas ou apagadas, neste podendo também controlar o tempo que ficarão ligadas. As bocas são controladas por um painel (IHM), caso alguma delas for apagada haverá um sistema para religá-las, e se este sistema não conseguir realizar o circuito religar, fará com que o fornecimento de gás seja interrompido, para então não ocorrer futuros problemas e para total segurança do usuário que estiver usufruindo do Fogão Microcontrolado.

## 1.1 Objetivos

O objetivo do projeto é facilitar e automatizar o uso de um fogão para usuários que necessitem deste. Visa também demonstrar tudo que foi utilizado nos quatro módulos do curso. O principal objetivo é integrar circuitos eletrônicos como a mecânica, hardware e firmware.

O diagrama de blocos descrito abaixo representa o objetivo específico do projeto. Este possui um controle, um circuito de acomodação do sinal que é utilizado um AMPOP (amplificador operacional) para o termopar, que gera uma tensão a partir da diferença de temperatura entre dois metais semicondutores que há nele. Também há dois circuitos para acionamentos de cargas, um para 110V e outro para 220V neste foi necessário mudar o valor dos capacitores para 400V os dois circuitos são opto-isolados e ativam um triac que aciona a carga desejada.

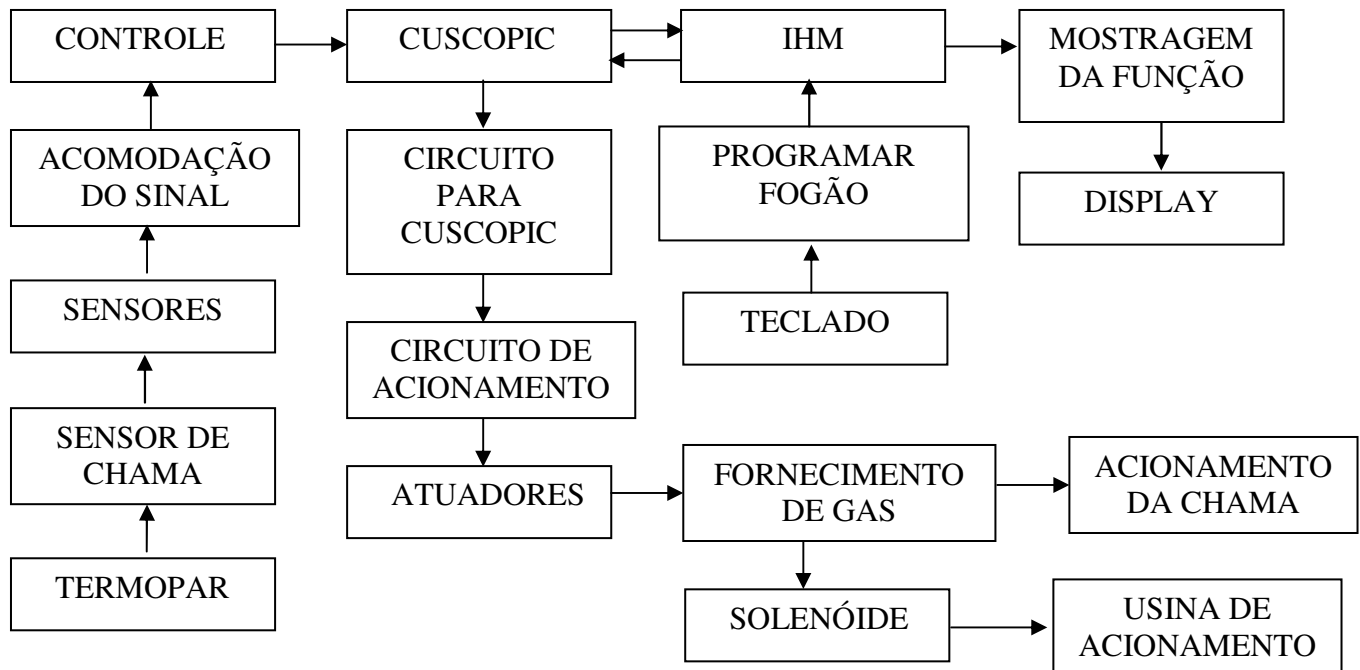


Figura 1.1: Diagrama de blocos do TCC

## 1.2 Objetivos Específicos

O objetivo é facilitar porque o usuário poderá determinar um horário específico para desligar o fogão. Automatizar, ou seja, controlar as bocas do fogão e determinar um tempo para estas ficarem ligadas. Segurança ao usuário que usufruir do Fogão Microcontrolado porque há um circuito para não ocorrer vazamentos de gás.. Além disto, o Fogão Microcontrolado poderá ser acionado através de um “painel” a IHM, que poderá determinar o tempo que este ficará ligado.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Introdução**

A fundamentação teórica tem por objetivo demonstrar o que será realizado no TCC, os problemas que poderão vir a ocorrer na realização deste, explicar o funcionamento dos componentes utilizados no TCC, aplicações para o projeto e benefícios do projeto Fogão Microcontrolado.

Também é explicado a seguir os problemas e precauções com gás que é utilizado no projeto, fogão e fogo, o significado do sensor termopar, como utilizar este no projeto, o funcionamento da solenóide, como aplicá-la, o significado de usina ignitora e como ela está sendo utilizada no projeto.

### **2.2 Descrição**

Um dos materiais que são utilizados,, o gás de cozinha e o botijão, estes não oferecem nenhum perigo desde que sejam respeitadas as regras mínimas de segurança para utilização destes. Mas, entretanto como a gasolina, álcool ou querosene o gás de cozinha também pega fogo com muita facilidade quando se coloca fogo ou faísca perto destes. Se houver um grande vazamento em um ambiente que não for ventilado, o gás, por ser mais pesado do que o ar, começará a se acumular a partir do chão. Assim, qualquer chama ou faísca poderá provocar uma explosão no ambiente e, conseqüentemente, um incêndio. Para garantir a segurança, é importante conhecer os componentes e saber manusear corretamente os recipientes, seus equipamentos e seguir os procedimentos de segurança em caso de algum possível vazamento.

Nas instalações do GLP pode ser utilizado gás natural, mas para isto, a instalação deve estar de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 15.526 e NBR 13.103, no que puder, porém não é possível utilizar os dois juntos devido à diferença da pressão de trabalho de cada um.

Geralmente qualquer residência, condomínio ou estabelecimento pode receber gás natural, isso vai depender da disponibilidade de rede, avaliação técnico-comercial e custos envolvidos. Nos edifícios normalmente dispõem economicamente de investimentos. O edifício deve ter, no mínimo, quatro pavimentos e oito unidades habitacionais, possuir central de gás ou rede interna de distribuição projetada e o consumo mínimo de GLP deverá ser superior a 400 kg/mês.

Para a instalação do botijão é necessário ter cuidado para colocá-lo em um lugar que, em caso de vazamento, não ocorra o acúmulo de gás no ambiente, ou seja, um local que possua ventilação. Para a queima do gás, é consumido o ar do ambiente. A reposição desse ar é realizada pela ventilação do ambiente.

Outros cuidados que podemos ter:

- Não fechar o basculante ou a janela enquanto o fogão estiver sendo utilizado;
- Nunca armazenar o botijão em local fechado (armários, debaixo da pia, gabinete, porão, vão de escada e etc.).
- Nunca colocar o botijão próximo a tomadas ou ralos e grelhas de escoamento de água. A distância mínima recomendável nesses casos é de 1,50 m. É preferível colocar o botijão do lado de fora da residência, em um abrigo construído exclusivamente para o botijão, fechado por grade ou tela (não usar chapa fechada ou veneziana);
- A mangueira nunca pode passar por trás do fogão. O calor danifica o plástico, derretendo e provocando rachaduras e possíveis vazamentos;
- Nunca deixar a instalação de gás nas mãos de pessoas não qualificadas nem permitir que curiosos façam qualquer tipo de conserto. (Bombeiros Emergência, 2007)

Para fazer a troca do botijão ao término do gás é necessário verificar se todas as bocas estão desligadas. Nunca efetuar a troca na presença de chamas, brasas ou faíscas. Fechar o registro do gás. Verificar se no local da operação não existe alguma chama (vela, isqueiro, fósforo etc.). Em seguida, retirar o lacre do botijão cheio. Retirar o regulador do botijão vazio e encaixar ele verticalmente sobre a válvula do botijão

cheio. Se o regulador for mal encaixado, poderá danificar o regulador e causar vazamento.

Girar a borboleta para a direita até que fique bem firme. Usar apenas as mãos e nunca ferramentas para atarraxar o cone-borboleta sobre a válvula do botijão. O regulador foi projetado para se encaixar perfeitamente ao botijão, não forçar com ferramentas.

É natural escapar um pouquinho de gás no momento em que o cone-borboleta pressiona a válvula, antes de estar completamente conectado. A pressão de saída do gás também provocará um pequeno chiado. O chiado deve desaparecer assim que o cone-borboleta estiver perfeitamente ajustado à válvula do botijão cheio. Depois pode-se fazer o teste de vazamento aplicando água e sabão na conexão da borboleta do regulador com o botijão e na solda existente no meio do botijão. Se houver bolhas, existe vazamento.

Na hora da compra do botijão pode-se observar alguns itens importantes, como, verificar se ele está em boas condições. Recipientes amassados, enferrujados ou com defeitos devem ser evitados. Verificar se o lacre está intacto. Verificar se o nome da empresa que está gravado no lacre é o mesmo do recipiente. Estar sempre alerta contra os distribuidores clandestinos estes não respeitam as normas de segurança, oferecendo riscos aos usuários. Usar sempre o regulador de pressão (registro) com a inscrição ABNT NBR 8473 em relevo.

Para evitar possíveis acidentes com o gás natural pode-se tomar algumas precauções, é importante verificar:

- A existência de vazamentos. Para isso, não utilizar fósforos ou velas, usar espuma de sabão;
- Não instalar equipamentos a gás em local sem ventilação permanente;
- Instalar corretamente as chaminés no equipamento de aquecimento;
- Ao ausentar do imóvel, fechar todos os registros do equipamento;
- Não fazer nenhuma ligação sem orientação técnica;
- Na necessidade de modificação da instalação interna, solicitar orientação técnica.

Em qualquer tipo de emergência, principalmente envolvendo vazamento de gás, é necessário ligar, imediatamente, para o Corpo de Bombeiros pelo telefone de emergência 193.

Em caso de vazamento fechar imediatamente o registro de segurança dos aparelhos a gás, interrompendo o fluxo de gás, não ligar nenhum aparelho elétrico, disjuntor, interruptor etc., abrir todas as portas para permitir o máximo de ventilação do ambiente, fechar a válvula de bloqueio geral de gás da residência, não utilizar fósforo, vela ou qualquer outro dispositivo que produza chama ou centelha para localização do vazamento.

Muito importante é trocar o regulador a cada cinco anos ou quando apresentar defeito. Observar sempre a validade do regulador e tomar o cuidado de utilizar ele dentro do prazo. Usar a mangueira correta, com uma “malha” transparente e com uma tarja amarela, onde aparecem a inscrição NBR 8613, o prazo de validade e o número do lote. Ao conectar mangueira, regulador e botijão, fazer o teste da espuma, se ela borbulhar, é preciso encaixar tudo de novo até que não haja vazamento.

### **2.2.1 Cuidados com o Fogão**

Na cozinha, o fogão representa alguns riscos se não for tomadas precauções devidas:

Mesmo que o fogão tenha acendimento automático, nunca acender o forno com a porta fechada. O acúmulo de gás pode provocar explosão.

Quando usar todas as bocas do fogão ao mesmo tempo, colocar as panelas maiores nas bocas de trás e as pequenas na frente para evitar sofrer queimaduras com o vapor.

Ao se fazer frituras, usar uma escumadeira para depositar os alimentos na frigideira, não colocar diretamente com a mão para evitar os respingos de gordura quente.

Não deixar os cabos das panelas virados para fora do fogão, pois isso pode fazer com que alguém esbarre, provocando acidentes.



## 2.2.2 Termopar e Temperaturas

Termopar é uma junção de dois metais semicondutores que geram uma tensão a partir da diferença de temperatura entre eles. Neste tópico será abordado o funcionamento do termopar, contendo uma tabela com suas respectivas temperaturas e tensões.

### 2.2.2.1A importância da Temperatura

A temperatura é a segunda grandeza mais medida no mundo, perdendo apenas para o tempo. Assim já é possível ter uma ideia da sua importância na vida das pessoas e na produção industrial. Como exemplo o monitoramento ambiental, meteorologia, investigação de novos combustíveis, aproveitamento da energia solar, desenvolvimento de motores para automóveis, cuidados médicos, qualidade final de um produto e conservação de alimentos nas gôndolas dos supermercados são alguns exemplos da influência da temperatura no dia-a-dia das pessoas. E praticamente todo o processo industrial está sobre os efeitos dessa grandeza.

Portanto, controlar corretamente a temperatura chega a ser uma questão de sobrevivência.

Ao contrário da pressão, a medição da temperatura não depende da quantidade do material que se pretende avaliar. Por esse motivo, foram muitas as dificuldades para criar um instrumento capaz de medir corretamente. Galileu Galilei é considerado o primeiro inventor de um termômetro, em 1592. Depois dele, vários modelos foram desenvolvidos. Santorio Santorre criou o termoscópio a base de ar e equipado com uma escala para leitura, em 1612. Só em 1714, um fabricante holandês de instrumentos de precisão chamado Gabriel Fahrenheit desenvolveu os primeiros termômetros de mercúrio precisos e repetitivos. Em 1821, Thomas Seebeck descobriu o termopar, mais importante sensor industrial de temperatura.

O Sistema Internacional de Unidades (SI) classifica a temperatura universal em Kelvins. Porém, admite-se que essa escala não é adequada para o uso diário.

Então foi estabelecida a seguinte proporção:

$$t / ^\circ\text{C} = T / \text{K} - 273,15.$$

Formula de conversão de Celsius em Kelvins

Atualmente, a medição de temperaturas por meio de termômetros de platina é muito importante nos processos de controle industrial.

O maior objetivo da monitoração de variáveis e controle em processos industriais é gerar produtos de alta qualidade, com melhores condições de rendimento e segurança, e também com custos de produção compatíveis com a grande competitividade do mercado globalizado.

Mas, a influência da temperatura não é só isso, ela pode ser responsável também pela eficácia dos processos de esterilização; tratamento térmico de metais; refino de aço e conservação de alimentos.

#### *2.2.2.2 Medidores Ideais*

A temperatura influencia no resultado final de um produto, é necessário, portanto, escolher corretamente um aparelho para medição desta grandeza. O seu controle e monitoração são realizados por meio das informações fornecidas pelos sensores de temperatura, tais como termopares; termorresistências etc. Ligados a instrumentos de controle e registro, esses aparelhos irão atuar no processo registrando e controlando a temperatura ideal para determinada linha de produção. O mercado possui indústrias que realmente se preocupam com a temperatura. Outras, apesar de serem bastante dependentes dessa grandeza, simplesmente não possuem o menor cuidado com ela.

O que muitas vezes não se é percebido são os desperdícios, como gastos desnecessários com energia elétrica, parada de máquinas, não uniformidade de produtos e processos, refugos, dentre outros.

A escolha do sistema de medição de temperatura de um determinado processo depende da faixa de temperatura que se pretende medir; das condições ambientais em que a medição será realizada; do tempo de resposta e da profundidade de imersão e de uma precisão compatível com as tolerâncias do processo. Além disso, os instrumentos ainda devem ter entrada universal; algoritmo de controle PID e sistema de auto-sintonia para startup e operação. O conhecimento dos operadores quanto ao manuseio dos aparelhos também deve ser considerado. É preciso escolher um modelo compatível com o nível de conhecimento e capacidade de configuração dos operadores. Selecionar fornecedores que ofereçam um suporte técnico eficiente e permanente no Brasil também

é fundamental para manter o medidor de temperatura em perfeitas condições. O responsável pela especificação do sensor de temperatura deverá analisar as necessidades e características de seu processo de produção e procurar, a partir daí, qual o sensor que oferece o melhor custo-benefício para essa aplicação.

### 2.2.2.3 Escala de Temperatura

A escala internacional de temperatura de 1990 (ITS-90) define as temperaturas Kelvin internacionais, com o símbolo  $T_{90}$  e as temperaturas Celsius internacionais, com o símbolo  $t_{90}$ . Dessa forma, a relação entre  $T$  e  $t$  é:  $t_{90} / ^\circ\text{C} = T_{90} / \text{K} - 273,15$ .

A ITS-90 se estende desde 0,65 K até a mais elevada temperatura que se pode imaginar em termos da lei da radiação de Planck usando radiação monocromática.

Entre 0,65 K e 5,0 K,  $T_{90}$  é definida em termos das relações entre temperatura e pressão de vapor do  $^3\text{He}$  e do  $^4\text{He}$ .

Entre 3,0 K e o ponto triplo do néon (24,5561 K),  $T_{90}$  é definida por meio de um termômetro de gás, de hélio, calibrado em três temperaturas realizáveis experimentalmente, às quais foram atribuídos valores numéricos (pontos fixos definidores) e usando procedimentos de interpolação especificados.

Entre o ponto triplo do hidrogênio em equilíbrio (13,8033 K) e o ponto de solidificação da prata (961,78°C),  $T_{90}$  é definida por meio de termômetros de resistência de platina calibrados em conjuntos especificados de pontos fixos definidores e usando procedimentos de interpolação especificados.

Acima do ponto de solidificação da prata (961,78°C),  $T_{90}$  é definido em termos de um ponto fixo definidor e da lei da radiação de Planck.

A introdução da nova escala de temperaturas, em primeiro de janeiro de 1990, trouxe como consequência à modificação da quase totalidade dos valores numéricos de temperatura. Este aspecto – infelizmente pouco divulgado fora da comunidade metro lógica – pode ter algumas consequências importantes para todos os que trabalham em áreas da ciência e da técnica em que são necessárias medições rigorosas da temperatura.

Com efeito, uma dada temperatura termodinâmica expressa com base na ITS-90 tem um valor numérico diferente daquele que tinha quando era expressa a partir da IPTS-68, exceto nos casos do zero absoluto (0 K), da temperatura do ponto triplo da

água (273,16 K ou 0,01°C) e de alguns outros pontos para os quais os valores de temperatura obtidos nas duas escalas são casualmente os mesmo (57 K; 656,85°C e 896,85°C). A título de exemplo das consequências prática dessas alterações, pode-se pensar no ponto de ebulição da água, à pressão atmosférica normal; tal temperatura era de 100°C pela IPTS-68, sendo agora de 99,974°C.

#### *2.2.2.4 O Controle da Temperatura*

O procedimento mais adequado para se controlar a temperatura deve ser desenvolvido pelo cliente de acordo com a realidade de seu processo.

Porém, alguns cuidados gerais devem ser tomados: controlar o recebimento dos equipamentos e sensores com os respectivos certificados de matéria prima e calibração; observar periodicamente as condições de instalação e troca desses aparelhos e realizar frequentemente a calibração dos sensores e instrumentos associados. O processo da calibração realizado da seguinte forma: por meio de pontos fixos de temperatura e por comparação. A primeira é mais precisa, visando à calibração de padrões de referência. Esse método é utilizado por laboratórios que desejam uma incerteza de medição bastante pequena. Já a calibração por comparação é o mais usual e se destina a medidores e sensores de fábrica. Os sensores de temperatura normalmente são calibrados por comparação. Nesse caso, usam-se um sistema composto por um padrão calibrado, como um termopar, um termômetro de resistência ou de líquido-em-vidro e um forno de calibração, com uniformidade conhecida. Geralmente, os indicadores de temperatura são calibrados por meio de uma fonte de tensão, corrente ou resistência calibrada, cuja escolha dependerá do tipo de entrada do equipamento a ser verificado.

Os defeitos encontrados durante o processo de calibração normalmente são diversos. Nos termômetros digitais, termorresistores e termopares as conexões elétricas são os principais pontos de erro. Os termopares devem ter um cuidado especial, visto que os cabos de ligação podem influenciar no processo de calibração. Cada tipo de termopar tem seu respectivo cabo e as conexões elétricas devem estar o máximo longe dos pontos de calor para que não interfiram nas leituras do equipamento. Quanto aos sensores, a oxidação e sujeira nos contatos, bem como a baixa resistência de isolamento elétrica e nas unidades de leitura são os erros mais frequentes verificados nos aparelhos durante o processo de calibração. No primeiro caso, basta uma limpeza rigorosa. Já no

segundo, o usuário precisa fazer um monitoramento com megôhmetros. A malha formada pelo sensor, fios de ligação e unidade de leitura não podem ter um erro superior à média quadrática dos prováveis erros de cada componente da malha. A incerteza da calibração deve estar entre 1/3 e 1/10 da tolerância admitida para o objeto em calibração.

#### *2.2.2.5 O Termopar*

Termopar é um sensor de chama muito simples, robusto, e de fácil utilização. O dispositivo gera eletricidade a partir de diferenças de temperatura. Dois fios condutores de eletricidade, por exemplo, o cobre e uma liga de cobre-níquel chamada constata, quando unidos em uma de suas extremidades, gera uma tensão elétrica, que pode ser medida na outra extremidade, se existir diferença de temperatura entre elas. Como a diferença de potencial é proporcional à diferença de temperatura entre suas junções, este princípio, denominado efeito Seebeck em homenagem ao cientista que o descreveu, é amplamente utilizado para medir temperatura na indústria, em muitos tipos de máquinas e equipamentos.

A temperatura da junção de referência para termopares foi fixada em 0°C para simplificar as equações matemáticas usadas que descrevem o comportamento dos termopares. Então as tabelas de referência dos termopares pressupõem uma junção de referência em 0°C. Para realizar medições corretas o usuário deverá assegurar-se que essa condição está sendo atendida, seja por meios físicos (banho de gelo) ou por meios eletrônicos (compensação automática realizada pelo instrumento de leitura).

Na relação de normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), existe uma norma a NBR 13863 que diz respeito sobre preparação de junção de referência para termopares.

#### *2.2.2.6 Acidentes e Novas Tecnologias*

Um erro no controle da temperatura pode aquecer demais ou não aquecer o suficiente um material, causando entupimentos, aumento de pressão e até possíveis

explosões. Uma temperatura incorreta pode significar má esterilização ou produção indevida de um alimento, podendo assim ocorrer danos aos consumidores. São exemplos práticos da importância do controle correto da temperatura. Para se prevenir desses infortúnios, devem-se ter os processos controlados por especialistas em temperatura. Além disso, é importante que os operadores estejam devidamente treinados e conheçam os procedimentos de emergência em caso de falhas.

#### 2.2.2.7 Termopares – Potência Termoelétrica

Ao se medir a f.e.m. termoelétrica de um par termoelétrico em função da temperatura, obtém-se, em geral, uma relação do tipo mostrado no gráfico da figura 5. A curva mostrada no gráfico é denominada de curva de calibração do par termoelétrico. A relação da f.e.m. termoelétrica com a temperatura, normalmente, não é linear, mas para algumas faixas de temperatura, pode ser considerada como se o fosse. A figura abaixo representa isto:

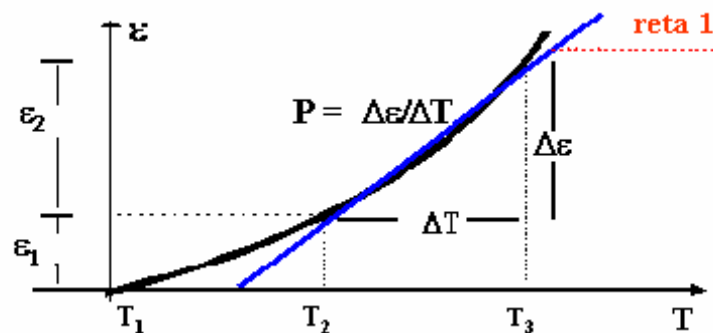


Figura 2.1: Curva de calibração de um par termoelétrico (**ARGENTA**, 2005)

A potência termoelétrica representa a sensibilidade de resposta do par termoelétrico com a variação de temperatura.

Tabela 2.1: Tensão termoelétrica do termopar Tipo T

°C	-0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	°C
TENSÃO TERMOELÉTRICA EM MILIVOLTS ABSOLUTOS												
-270	-6.258											-270
-260	-6.232	-6.236	-6.239	-6.242	-6.245	-6.248	-6.251	-6.253	-6.255	-6.256	-6.258	-260
-250	-6.180	-6.187	-6.193	-6.198	-6.204	-6.209	-6.214	-6.219	-6.223	-6.228	-6.232	-250
-240	-6.105	-6.114	-6.122	-6.130	-6.138	-6.146	-6.153	-6.160	-6.167	-6.174	-6.180	-240
-230	-6.007	-6.017	-6.028	-6.038	-6.049	-6.059	-6.068	-6.078	-6.087	-6.096	-6.105	-230
-220	-5.888	-5.901	-5.914	-5.926	-5.938	-5.950	-5.962	-5.973	-5.985	-5.996	-6.007	-220
-210	-5.753	-5.767	-5.782	-5.795	-5.809	-5.823	-5.836	-5.850	-5.863	-5.876	-5.888	-210
-200	-5.603	-5.619	-5.634	-5.650	-5.665	-5.680	-5.695	-5.710	-5.724	-5.739	-5.753	-200
-190	-5.439	-5.456	-5.473	-5.489	-5.506	-5.523	-5.539	-5.555	-5.571	-5.587	-5.603	-190
-180	-5.261	-5.279	-5.297	-5.316	-5.334	-5.351	-5.369	-5.387	-5.404	-5.421	-5.439	-180
-170	-5.070	-5.089	-5.109	-5.128	-5.148	-5.167	-5.186	-5.205	-5.224	-5.242	-5.261	-170
-160	-4.865	-4.886	-4.907	-4.928	-4.949	-4.969	-4.989	-5.010	-5.030	-5.050	-5.070	-160
-150	-4.648	-4.671	-4.693	-4.715	-4.737	-4.759	-4.780	-4.802	-4.823	-4.844	-4.865	-150
-140	-4.419	-4.443	-4.466	-4.489	-4.512	-4.535	-4.558	-4.581	-4.604	-4.626	-4.648	-140
-130	-4.177	-4.202	-4.226	-4.251	-4.275	-4.300	-4.324	-4.348	-4.372	-4.395	-4.419	-130
-120	-3.923	-3.949	-3.975	-4.000	-4.026	-4.052	-4.077	-4.102	-4.127	-4.152	-4.177	-120
-110	-3.657	-3.684	-3.711	-3.738	-3.765	-3.791	-3.818	-3.844	-3.871	-3.897	-3.923	-110
-100	-3.379	-3.407	-3.435	-3.463	-3.491	-3.519	-3.547	-3.574	-3.602	-3.629	-3.657	-100
-90	-3.089	-3.118	-3.148	-3.177	-3.206	-3.235	-3.264	-3.293	-3.322	-3.350	-3.379	-90
-80	-2.788	-2.818	-2.849	-2.879	-2.910	-2.940	-2.970	-3.000	-3.030	-3.059	-3.089	-80
-70	-2.476	-2.507	-2.539	-2.571	-2.602	-2.633	-2.664	-2.695	-2.726	-2.757	-2.788	-70
-60	-2.153	-2.186	-2.218	-2.251	-2.283	-2.316	-2.348	-2.380	-2.412	-2.444	-2.476	-60
-50	-1.819	-1.853	-1.887	-1.920	-1.954	-1.987	-2.021	-2.054	-2.087	-2.120	-2.153	-50
-40	-1.475	-1.510	-1.545	-1.579	-1.614	-1.648	-1.683	-1.717	-1.751	-1.785	-1.819	-40
-30	-1.121	-1.157	-1.192	-1.228	-1.264	-1.299	-1.335	-1.370	-1.405	-1.440	-1.475	-30
-20	-0.757	-0.794	-0.830	-0.867	-0.904	-0.940	-0.976	-1.013	-1.049	-1.085	-1.121	-20
-10	-0.383	-0.421	-0.459	-0.496	-0.534	-0.571	-0.608	-0.646	-0.683	-0.720	-0.757	-10
0	0.000	0.039	-0.077	-0.116	-0.154	-0.193	-0.231	-0.269	-0.307	-0.345	-0.383	0
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
0	0.000	0.039	0.078	0.117	0.156	0.195	0.234	0.273	0.312	0.352	0.391	0
10	0.391	0.431	0.470	0.510	0.549	0.589	0.629	0.669	0.709	0.749	0.790	10
20	0.790	0.830	0.870	0.911	0.951	0.992	1.033	1.074	1.114	1.155	1.196	20
30	1.196	1.238	1.279	1.320	1.362	1.403	1.445	1.486	1.528	1.570	1.612	30
40	1.612	1.654	1.696	1.738	1.780	1.823	1.865	1.908	1.950	1.993	2.036	40
50	2.036	2.079	2.122	2.165	2.208	2.251	2.294	2.338	2.381	2.425	2.468	50
60	2.468	2.512	2.556	2.600	2.643	2.687	2.732	2.776	2.820	2.864	2.909	60
70	2.909	2.953	2.998	3.043	3.087	3.132	3.177	3.222	3.267	3.312	3.358	70
80	3.358	3.403	3.448	3.494	3.539	3.585	3.631	3.677	3.722	3.768	3.814	80
90	3.814	3.860	3.907	3.953	3.999	4.046	4.092	4.138	4.185	4.232	4.279	90

Fonte: ECIL, 1996.



Tabela 2.2: Tensão termoelétrica do termopar Tipo T

100	4.270	4.325	4.372	4.419	4.466	4.513	4.561	4.608	4.655	4.702	4.750	100
110	4.750	4.798	4.845	4.893	4.941	4.988	5.036	5.084	5.132	5.180	5.228	110
120	5.228	5.277	5.325	5.373	5.422	5.470	5.519	5.567	5.616	5.665	5.714	120
130	5.714	5.763	5.812	5.861	5.910	5.959	6.008	6.057	6.107	6.156	6.206	130
140	6.206	6.255	6.305	6.355	6.404	6.454	6.504	6.554	6.604	6.654	6.704	140
150	6.704	6.754	6.805	6.855	6.905	6.956	7.006	7.057	7.107	7.158	7.209	150
160	7.209	7.260	7.310	7.361	7.412	7.463	7.515	7.566	7.617	7.668	7.720	160
170	7.720	7.771	7.823	7.874	7.926	7.977	8.029	8.081	8.133	8.185	8.237	170
180	8.237	8.289	8.341	8.393	8.445	8.497	8.550	8.602	8.654	8.707	8.759	180
190	8.759	8.812	8.865	8.917	8.970	9.023	9.076	9.129	9.182	9.235	9.288	190
200	9.288	9.341	9.395	9.448	9.501	9.555	9.608	9.662	9.715	9.769	9.822	200
210	9.822	9.876	9.930	9.984	10.038	10.092	10.146	10.200	10.254	10.308	10.362	210
220	10.362	10.417	10.471	10.525	10.580	10.634	10.689	10.743	10.798	10.853	10.907	220
230	10.907	10.962	11.017	11.072	11.127	11.182	11.237	11.292	11.347	11.403	11.458	230
240	11.458	11.513	11.569	11.624	11.680	11.735	11.791	11.846	11.902	11.956	12.013	240
250	12.013	12.069	12.125	12.181	12.237	12.293	12.349	12.405	12.461	12.518	12.574	250
260	12.574	12.630	12.687	12.743	12.799	12.856	12.912	12.969	13.026	13.082	13.139	260
270	13.139	13.196	13.253	13.310	13.366	13.423	13.480	13.537	13.595	13.652	13.709	270
280	13.709	13.766	13.823	13.881	13.938	13.995	14.053	14.110	14.168	14.226	14.283	280
290	14.283	14.341	14.399	14.456	14.514	14.572	14.630	14.688	14.746	14.804	14.862	290
300	14.862	14.920	14.978	15.036	15.095	15.153	15.211	15.270	15.328	15.386	15.445	300
310	15.445	15.503	15.562	15.621	15.679	15.738	15.797	15.856	15.914	15.973	16.032	310
320	16.032	16.091	16.150	16.209	16.268	16.327	16.387	16.446	16.505	16.564	16.624	320
330	16.624	16.683	16.742	16.802	16.861	16.921	16.980	17.040	17.100	17.159	17.219	330
340	17.219	17.279	17.339	17.399	17.458	17.518	17.578	17.638	17.698	17.758	17.819	340
350	17.819	17.879	17.939	17.999	18.059	18.120	18.180	18.241	18.301	18.362	18.422	350
360	18.422	18.483	18.543	18.604	18.665	18.725	18.786	18.847	18.908	18.969	19.030	360
370	19.030	19.091	19.152	19.213	19.274	19.335	19.396	19.457	19.518	19.579	19.641	370
380	19.641	19.702	19.763	19.825	19.886	19.947	20.009	20.070	20.132	20.193	20.255	380
390	20.255	20.317	20.379	20.440	20.502	20.563	20.625	20.687	20.748	20.810	20.871	390
400	20.871											400

Fonte: ECIL, 1996.



Tabela 2.3: Tabela termopares comerciais

Termopar faixa de uso adequada:	Algumas Aplicações	Vantagens	Desvantagens
J  Ferro, constantã  -190 a 870 °C	1) Temperas  2) Recozimento  3) Fornos Elétricos	1) Baixo custo	1) Devem ser usados tubos de proteção para $T > 480\text{ °C}$
K  Cromel, alumel  -18 a 1370 °C	1) Tratamento térmico  2) Fornos  3) Fundição  4) Banhos	1) Adequado para atmosferas oxidantes  2) Boa resistência mecânica em altas temperaturas	1) Vulnerável a atmosferas redutoras
T  Cobre, constantã  -190 a 370 °C	1) Estufas  2) Banhos  3) Fornos Elétricos para baixas temperaturas	1) Resiste a atmosferas corrosivas  2) Resiste a atmosferas redutoras e oxidantes  3) Utilizável em temperaturas negativas	1) Oxidação do cobre acima de 315 °C

R – Pt – Pt 13%	1) Vidros	1) Pode operar em atmosfera oxidante	1) Contamina facilmente a atmosfera não oxidante
Rh S – Pt – Pt	2) Fornos	2) Opera numa faixa maior que o tipo K	2) Fragiliza em altas temperaturas
10% Rh	( T > 1300 °C )		
-18 a 1540 °C	3) Fundição		
	4) Alto-forno		

## 2.3 Estado da Arte

Entre os produtos mais avançados na área de controle de aquecimentos de fogões, caldeiras, etc., temos temporizadores de gás que ajuda no caso do esquecimento do gás aberto quando vamos atender telefones, dormir, ou fazer outras tarefas do dia-dia, bem como realizado no Fogão Microcontrolado.

Esse sistema é basicamente composto por uma mola que ao ser girada aciona outra mola que se contrai com o tempo assim fechando o gás após determinado tempo.

Temos também os fornos temporizados de padarias, que contem um cronometro que deve ser ajustado antes de começar a assar o pão, mas esse sistema só contém um bip, ou seja, ele não desliga o fogo ao termino do processo. No projeto realizado o usuário poderá determinar o tempo que o fogo ficará ligado, após ele desligará automaticamente.

Ultimamente também foi lançado um fogão com forno cronometrado, esse forno se desliga logo após o fim do tempo determinado.

E por ultimo temos os micro-ondas famosos por seu aquecimento de alimentos e bebidas com um controle de tempo ajustado pelo usuário e varias predefinições de tempo, e com uma lâmpada constantemente acesa para o controle visual do alimento/bebida que estiver sendo preparado no momento.

A seguir a ilustração de um fogão com temporizador de forno.



Figura 2.2: Fogão com forno temporizado

## **3 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO**

### **3.1 Introdução**

A metodologia de desenvolvimento visa especificar o como é feito o projeto. As tarefas, como estas estão divididas, etapas de execução, as atividades previstas para cada etapa, dentre outros. Também deixa uma melhor visualização do que tem de ser feito e de que recursos serão necessários para produzir o projeto especificado pela dupla.

Serão projetados os circuitos do Fogão Microcontrolado, em seguida serão testados em aula e montados, os testes foram realizados da seguinte maneira, foi criado um programa somente para testar os circuitos de acionamento e outro para teste somente do circuito de acomodação do sinal.

A mecânica, ou seja, a montagem do fogão, localização, colocação do termopar, solenóide, placas, usina ignitora, serão colocados após o termino dos circuitos (hardware) e das placas.

Para mecânica o termopar foi colocado perto da boca do fogão com um ferro em forma de “L”, a usina ignitora foi colocada na parte inferior do fogão por que esta necessita ter contato com o fogão e também para não ocorrer curto circuito.

Na solenóide foram colocadas as mangueiras, uma vai para o botijão de gás e a outra vai para o fogão.

A programação (software) será realizada logo após a montagem da mecânica.

Após a realização da mecânica, hardware e firmware devidamente testados e funcionando conforme o esperado, será realizado a integração eletrônica, ou seja, integrar, juntar todas as partes do projeto para funcionarem em conjunto. Então serão realizados testes finais e ajustes para o funcionamento completo do projeto especificado.

### 3.2 Descrição

Tabela 3.1 Cronograma para conclusão do TCC

Etapa 1 – Desenvolvimento da Mecânica			
Atividades	Quando		Quem
	Início	Fim	
Definição da maquete	30/08 a 10/09		Henrique e Wagner
Desenho da maquete	10/09 a 11/09		Henrique e Wagner
Levantamento de peças	30/10 a 20/09		Henrique e Wagner
Aquisição de peças	01/09 a 20/09		Henrique e Wagner
Fabricação de Peças	---		---
Montagem da maquete	26/08 a 30/10		Henrique
Teste da maquete	04/11 a 06/11		Wagner
Retrabalho da Maquete	06/11 a 07/11		Henrique e Wagner
Testes finais	27/10 a 28/10		Henrique e Wagner
Integração da maquete	28/10 a 31/10		Henrique e Wagner
Etapa 2 – Plataforma de Desenvolvimento			
Atividades	Quando		Quem
	Início	Fim	
Definição da plataforma	27/07 a 28/07		Flavio Rocha de Ávila
Pesquisa de preço	28/07 a 10/09		Pablo Monteiro
Definição do Fornecedor	27/07 a 28/07		Pablo Monteiro
Pedido de Compra	28/07 a 14/09		Pablo Monteiro
Prazo de entrega	22/09 a 24/09		Pablo Monteiro
Conferencia do material	24/09 a 24/09		Henrique e Wagner
Montagem da placa	24/09 a 30/09		Henrique e Wagner
Conferencia da montagem	28/09 a 28/09		Henrique e Wagner
Teste da placa	28/09 a 28/09		Henrique e Wagner
Retrabalho da placa	28/09 a 28/09		Henrique e Wagner
Testes práticos	28/09 a 19/10		Henrique e Wagner
Integração da placa	15/11 a 17/11		Henrique e Wagner
Etapa 3 – Desenvolvimento dos Hardwares			

Atividades	Quando		Quem
	Início	Fim	
Definição do hardware extra	10/10 a 13/10		Henrique e Wagner
Desenho Esquemático	13/10 a 16/10		Henrique e Wagner
Levantamento de peças	16/10 a 16/10		Henrique e Wagner
Pesquisa de preço	17/10 a 19/10		Henrique e Wagner
Definição do Fornecedor	---		Henrique e Wagner
Pedido de Compra	28/10 a 28/10		Henrique e Wagner
Prazo de entrega	20/10 a 29/10		Henrique e Wagner
Conferencia do material	---		Henrique e Wagner
Teste em Protoboard	04/11 a 04/11		Henrique
Roteamento da placa	---		Wagner
Montagem da placa	04/11 a 06/11		Henrique
Conferencia da montagem	06/11 a 07/11		Wagner
Teste da placa	07/11 a 07/11		Henrique e Wagner
Retrabalho da placa	---		Henrique e Wagner
Testes práticos	10/11 a 10/11		Henrique e Wagner
Integração das placas	15/11 a 17/11		Henrique e Wagner
Etapa 4 – Desenvolvimento do Firmware			
Atividades	Quando		Quem
	Início	Fim	
Aprendizado Linguagem C	13/10 a 19/10		Henrique e Wagner
Definição da situação problema	11/09 a 20/09		Henrique e Wagner
Elaboração do Fluxograma	25/10 a 26/10		Wagner
Testes do Fluxograma	26/10 a 27/10		Henrique
Implementação do Firmware	27/10 a 01/11		Henrique e Wagner
Implementação de bibliotecas	---		---
Teste das bibliotecas	---		---
Integração das bibliotecas	---		---
Testes do Firmware	01/11 a 03/11		Henrique e Wagner
Integração do Firmware	03/11 a 08/11		Henrique e Wagner
Retrabalho do Firmware	11/11 a 12/11		Henrique e Wagner
Testes Práticos	12/11 a 14/11		Henrique e Wagner

Integração Final	02/12 a 10/12	Henrique e Wagner	
Etapa 5 – Elaboração da Monografia			
Atividades	Quando		Quem
	Início	Fim	
Capa	27/10 a 27/10		Henrique
CIP	26/10 a 26/10		Henrique
Agradecimentos	29/11 a 29/11		Henrique e Wagner
Sumário	29/11 a 29/11		Wagner
Lista de Abreviaturas e Siglas	29/11 a 29/11		Henrique
Lista de Figuras	29/11 a 29/11		Wagner
Lista de Tabelas	28/11 a 28/11		Wagner
Resumo	24/11 a 25/11		Henrique e Wagner
Abstract	25/11 a 25/11		Henrique e Wagner
Proposta TCC	15/11 a 17/11		Henrique e Wagner
Fundamentação Teórica	28/10 a 28/10		Henrique e Wagner
Pesquisa Bibliográfica	18/11 a 18/11		Henrique e Wagner
Metodologia de Desenvolvimento	27/10 a 27/10		Henrique e Wagner
Descrição do Desenvolvimento	18/11 a 22/11		Henrique
Conclusões	22/11 a 24/11		Wagner
Referências	18/11 a 18/11		Henrique e Wagner
Glossário	---		
Anexos	---		
Apêndice	---		
1ª Submissão	30/11		Henrique e Wagner
2ª Submissão	13/12		
3ª Submissão	ASAP *		
Impressão e Encadernação	11/12		Henrique e Wagner

Etapas de Montagem:

- Montagem da mecânica: Adaptação de um fogão para os requisitos do projeto, alocação de sensores e atuadores, testes isolados, testes integrados. Metas: Elaborar um fogão que atenda as necessidades de acionamento e conferencia de sinais. Indicadores: Fogão montado sem falhas a níveis de necessidade de remanejamento.

- Montagem da plataforma cuscopic: Conferencia e organização dos componentes, soldagem dos componentes, testes iniciais da plataforma, testes finais da plataforma. Metas: Aplicar o conhecimento para montagem do hardware do microcontrolador. Indicador: Placa funcionando plenamente.
- Montagem das placas de hardware extra: Elaboração dos esquemáticos de hardwares extras, aquisição dos componentes, conferencia dos componentes, soldagem das placas, testes iniciais e testes finais. Metas: Aplicar o conhecimento adquirido ao longo do curso para elaborar circuitos de aquisição de sinais e acionamentos para a integração final. Indicador: Funcionamento total dos circuitos integrados.
- Elaboração do programa de controle do projeto: Elaboração de um fluxograma, adquirir conhecimento dos métodos de programação, elaborar um programa em C a partir do fluxograma antes elaborado. Metas: Com conhecimentos adquiridos elaborar um programa que atenda todos os requisitos do projeto. Indicador: Programa elaborado com sucesso, sem BUGS e falhas de integração.
- Elaboração da monografia: Realizar pesquisas teóricas sobre o trabalho, buscar dispositivos que podem ser usados no trabalho, definir como será a realização do trabalho, entregar relatório em perfeito estado. Metas: Alocar todos os conhecimentos usados para a realização de um projeto em um relatório que deverá ser entregue para os professores avaliadores ao fim do curso. Indicadores: Relatório realizado e revisado com sucesso.

### **3.2.2 Divisão das Tarefas**

Montagem das placas CUSCOPIC – Henrique

Revisão – Wagner

Linguagem C aprendido - Henrique / Wagner

Montagem da Mecânica - Henrique

Revisão – Wagner

Elaboração e montagem dos circuitos – Wagner

Revisão – Henrique

Integração dos Circuitos – Henrique / Wagner

Programação (Software) – Henrique / Wagner

### **3.2.3 Etapas de Execução**

1º-Montagem das placas cuscopic

2º-Aprender a linguagem C CCS



3°-Montagem da mecânica/hardware

4°-Elaboração e montagem dos circuitos do termopar e solenoide e usina de acionamento do fogão

5°-Integração dos circuitos

6°-Programação

### **3.2.4 Atividades Previstas para Etapas**

Montagem das placas cuscopic: Montagem e teste das placas cuscopic.

Aprender a linguagem C CCS: Programar corretamente todos os exercícios propostos pelo orientador.

Montagem da mecânica/hardware: Ligar solenoide a entrada de gás do fogão, colocar termopar a distancia adequada do fogo para adquirir o sinal, embutir a usina ignitora no fogão.

Elaboração e montagem dos circuitos: Elaborar e montar todos os circuitos de entrada e saída que irão ligados na cuscopic.

Integração dos circuitos: Colocar todos os circuitos funcionando ao mesmo tempo com todos interagindo entre si.

Programação: Programar o programa para o acionamento do fogão.

### **3.2.5 Alocação de Recursos Humanos**

O fogão utilizado é um fogão de camping adquirido ao longo da realização do projeto, os termopares decididos no inicio seriam tipo K, mas foram adquiridos tipo T que também atendem a especificação para aplicação no projeto final. A solenóide foi adquirida juntamente com a usina ignitora.

### **3.2.6 Alocação de Recursos Técnicos**

Etapa 1) -Multímetro

-Alicate Corte

-Alicate Bico

- Chave de Fenda

- Chave Philips

- Ferro de Solda

- Estanho

- Bancada

- Fios

Etapa 2) -Placas Cuscopic

- Computador

- Cabo paralelo para comunicação

Etapa 3) -Multímetro

- Alicate Corte

- Alicate Bico

- Chave de Fenda

- Chave Philips

- Ferro de Solda

- Estanho

- Bancada

- Fios

Etapa 4) -Termopar

- Solenóide

- Usina Ignitora

Etapa 5) -Integrar Circuitos

Etapa 6) -PCW

- CCSC

- EPIC

### **3.2.7 Alocação de Recursos Humanos**

Foi necessário comprar um fogão, adquirir uma solenoide e um termopar.

Segue abaixo tabela de preços dos componentes citados e de alguns já adquiridos:

Tabela 3.2: Tabela de preços

ITEM	PREÇO (Aprox.)
Fogão	R\$ 28,00
Solenóide	R\$ 70,00
Termopar	R\$ 45,00
Cuscopic	R\$ 120,00
Usina Ignitora	Emprestimo

### 3.2.8 Metas

Montagem das placas Cuscopic - Montar as cuscopic de modo que estejam funcionando plenamente.

Aprender a linguagem C CCS – Ter conhecimento mínimo da linguagem para que se possa programar no PIC.

Montagem da mecânica – Montar a parte mecânica para após isso acoplar os circuitos.

Elaboração dos circuitos – Ter todos os circuitos elaborados para aquisição dos sinais e acionamento do controle das bocas.

Integração dos circuitos – Integrar os circuitos para a apresentação final do trabalho.

Programar em C CCS – Fazer a programação completa e correta para bom funcionamento do projeto final.

### 3.2.9 Indicador de Desempenho

Tabela 3.3: Indicador desempenho

00	Tarefa	Prazo	Resultado Obtido
01	Montagem Placa Cuscopic	28 de setembro até 02 de outubro	Placa Funcionando corretamente

02	Adquirir Componentes	05 de setembro até 19 de outubro	Obtidos
03	Montagem Mecânica	20 de outubro até 02 de novembro	Está pronta
04	Elaboração circuitos (hardware)	03 de novembro até 15 de novembro	Já foram feitos os circuitos
05	Montagem circuitos	16 de novembro até 20 de novembro	Foram montados e testados corretamente
06	Integração	20 de novembro até 30 de novembro	Com sucesso
07	Monografia	01 de dezembro até 10 de dezembro	Foi realizada
08	Ajustes Finais	11 de dezembro até 13 de dezembro	Com sucesso
09	Apresentação Final	14 de dezembro	Concluir com sucesso após a entrega deste relatório

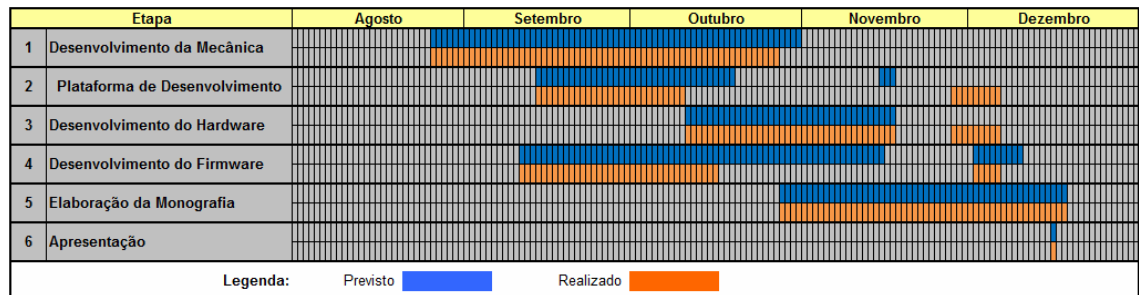
### 3.3 Cronograma e Plano de Trabalho

O cronograma foi desenvolvido para se ter uma noção do tempo que era possível para realização de cada tarefa este foi seguido à risca o máximo possível, quando alguma tarefa atrasa-se como, por exemplo, a montagem do hardware isto foi observado e levado em conta então entrou em ação o Plano de trabalho que foi desenvolvido justamente para isso.

O plano de trabalho tem como objetivo elaborar um método para caso alguma tarefa atrase, esta não atrapalhe outras, Também tem objetivo de encontrar um método para organização do tempo incluindo assim a tarefa atrasada no cronograma, a fim de colocá-la em dia não atrasando as demais tarefas.

Abaixo uma tabela representando as etapas previstas x realizadas do TCC.

Tabela 3.4: Etapas previstas x realizadas



### 3.4.1 Plano de Ação desenvolvido

O plano de ação desenvolvido pela dupla se resume em, se alguma tarefa especificada no cronograma atrasar, entrará em ação o plano de ação, ou seja, será necessário diminuir o tempo para realização da tarefa atrasada e ao mesmo tempo iniciar a outra tarefa que esta demarcada no cronograma. Para que a realização da tarefa atrasada seja produzida em menor tempo é necessário fazer esta em horários diferentes do SENAI. Então em aula realizar a tarefa que esta especificada no cronograma para desta forma manter em dia o cronograma para realização correta do projeto.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 Mecânica

#### 4.1.1 Introdução

A mecânica desenvolvida é baseada em um fogão, que foi necessário a colocação do sensor de temperatura (termopar) perto da boca do fogão porque este gera a tensão que vai ser utilizada no projeto para um sistema contra vazamentos de gás, na solenóide foram colocadas mangueiras de gás uma esta conectada no fogão e outra parte vai para o liquinho, a usina ignitora foi colocada na parte inferior do fogão porque esta precisa ter contato com o mesmo e também para não ocorrer eventuais curtos circuitos também sendo necessário obter um botijão de gás (liquinho) para o projeto.

#### 4.1.2 Descrição

O fogão utilizado pesa aproximadamente 3 kg. Este possui um consumo de gás igual a 122g/h+170g/h. As dimensões do fogão são aproximadamente de 440 x 260 x 090 mm.

O fogão utilizado é demonstrado pela figura a seguir:



Figura 4.1: Fogão

A usina ignitora é um componente que muitos fogões modernos possuem, esta constitui-se de um circuito centelhador, o seu interior constitui-se de uma bobina de alta-tensão capaz de criar pequenas faíscas, assim possibilitando a combustão do gás e acionando o fogo.

A usina ignitora será acionada pela cuscopic, essa que esta conectada juntamente ao hardware que é um circuito de acionamento de carga indutiva, ela tem a função de fazer uma “faísca” perto da boca do fogão, quando o gás estiver sendo liberado então o fogo será ligado através deste processo. Ela foi colocada na parte inferior do fogão para não ocorrer eventuais problemas tais como curto circuitos, contatos com objetos e pessoas, entre outros. A foto abaixo demonstra onde foi colocada a usina:

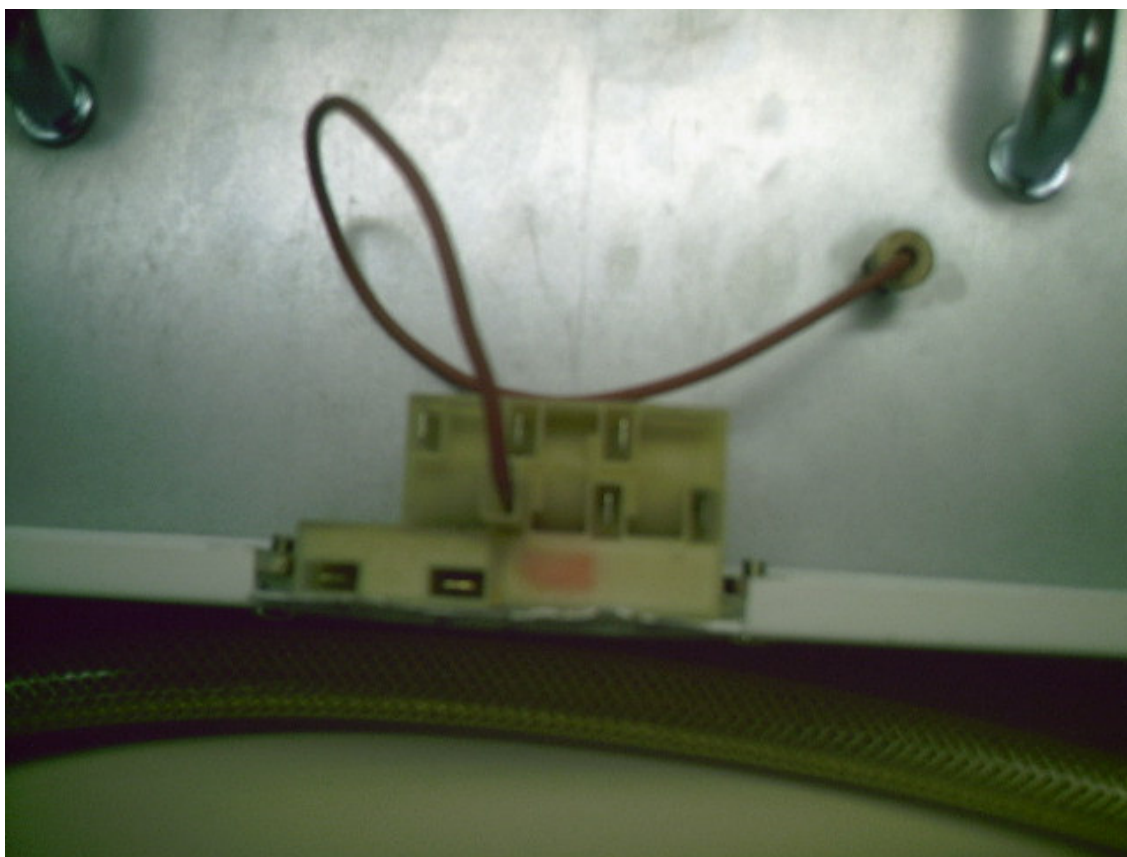


Figura 4.2: Usina ignitora

O termopar que tem a função de demonstrar a tensão que há em relação a temperatura que ele esta sendo submetido, quando houver uma queda muito brusca do fogo ele terá uma queda muito brusca de temperatura, enviando assim para o seu

circuito de acomodação de sinal e este sim enviando para a plataforma cuspocic, ela por sua vez realizara o processo de acionamento do fogo novamente ou o desligara cortando assim a valvula solenóide. O termopar foi colocado na parte lateral do fogão com um suporte metálico ficando perto da boca do fogão para gerar tensão que a temperatura do fogo submeter a ele. Segue abaixo a ilustração:

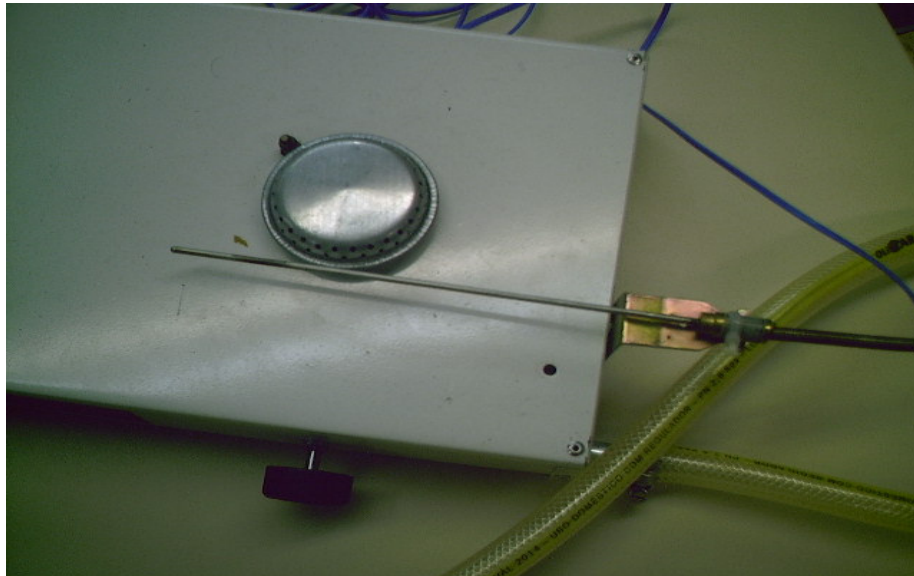


Figura 4.3: Termopar

Na solenoide foram colocadas mangueiras para passagem do gás a função desta é fechar a passagem do gás quando cortada a sua alimentação. A solenóide contida no projeto possui três passagens de gás, uma delas foi bloqueada com um parafuso, pois essa solenóide não fecha todas suas passagens ao ficar sem alimentação e sim alterna entre a passagem 1-2(ligado) 1-3(desligado).

O principio de funcionamento da solenoide é:

Ao alimenta-la uma bobina contida dentro de sua estrutura cria um campo magnético, assim atraindo a alavanca que fecha a passagem de ar, ao retirar essa alimentação a bobina cessa o seu campo magnético, assim devolvendo a alavanca de volta a seu local de origem.

A solenoide será ativada assim que for enviado o comando de acionamento para o fogão. Segue abaixo a ilustração:





Figura 4.4: Solenoide de gás

#### 4.1.3 Lista de peças e custos

Tabela 4.1: Tabela de preços Mecânica

ITEM	PREÇO (Aprox.)
Fogão	R\$28,00
Solenóide	R\$70,00
Termopar	R\$45,00
Usina Ignitora	Emprestimo
Total	R\$143,00

## 4.2 Hardware

### 4.2.1 Plataforma de desenvolvimento

#### 4.2.1.1 Introdução

O propósito da estação Cuscopic é padronizar o hardware de automação, permitindo que o desenvolvimento de protótipos e projetos de automação possam ser

desenvolvidos com baixo custo e em curto espaço de tempo, facilitando assim a automação.

A montagem dessa plataforma durou aproximadamente uma semana.

Ela possui um microcontrolador PIC16F877A, este que é da família de oito bits e possui memória flash, contendo também cinco conjuntos de portas de entrada e saída (ports A, B, C, D e E) (total de 33 portas), conversor analógico-digital de 10 bits de resolução, oito canais de entrada, periférico de comunicação paralela e serial, três Timers (1 de 16 bits e 2 de 8 bits) e um watchdog timer.

A plataforma adquirida possui em sua porta B uma interface homem maquina com um teclado matricial (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \*, 0, #) e um display LCD de 16x2.

#### *4.2.1.2 Descrição*

##### *4.2.1.2.1 Cuscopic*

Esta será utilizada para comandar o funcionamento dos circuitos de acionamento da solenoide, usina ignitora e receber o sinal do sensor termopar. Determinará também o tempo ligado da boca e caso venha a ocorrer uma queda de temperatura (recebida em sua entrada AD(0)) muito elevada haverá um tempo de tres segundos que também será determinado pela cuscopic para religar a boca que foi apagada, caso o reativamento não possa ser efetuado a cuscopic enviará o comando para fechamento da válvula, cortando o gás que é enviado para a boca, para não ocorrer problemas, como vazamentos e até alguma eventual explosão por causa do gás liberado.

Abaixo um esquemático da placa principal da estação:

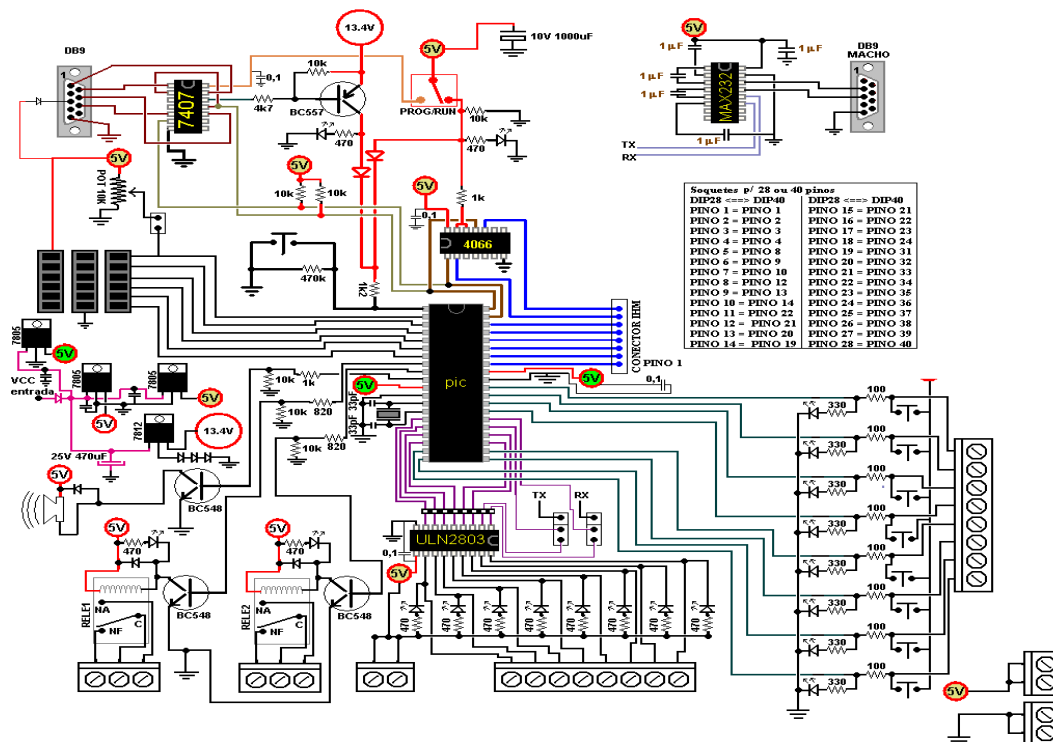


Figura 4.5: Esquemático da Placa Principal(CORTELETTI, 2009)

#### 4.2.1.2.2 Fonte

A fonte adquirida com a plataforma tinha tensão nominal de 12V porem sua tensão estava demasiadamente alta para a plataforma, assim esquentado excessivamente os reguladores de tensão da plataforma havendo possibilidades de queimá-los.

O problema foi resolvido colocando-se um regulador de tensão de 12V com 2 diodos em seu pino terra para a regulagem ficar 1,4V acima dos 12V de regulagem.

Outro problema notado foi o seguinte. A fonte adquirida tinha seu plug de alimentação invertido em relação à plataforma cuscopic, foi necessário inverte-lo, abrindo a fonte e soldando os fios da saída corretamente. Este problema foi anunciado pelo fornecedor da estação e da fonte antes da chegada das mesmas.

Abaixo uma foto da fonte:



Figura 4.6: Fonte

#### 4.2.1.2.3 IHM

A IHM servirá para quando o usuário for usufruir do fogão, por ela, ele deverá ajustar o horário e a data, além do horário para ligar a boca e por quanto tempo ficará ligada. Terá todo controle do fogão automatizado.

Abaixo o esquemático da IHM.

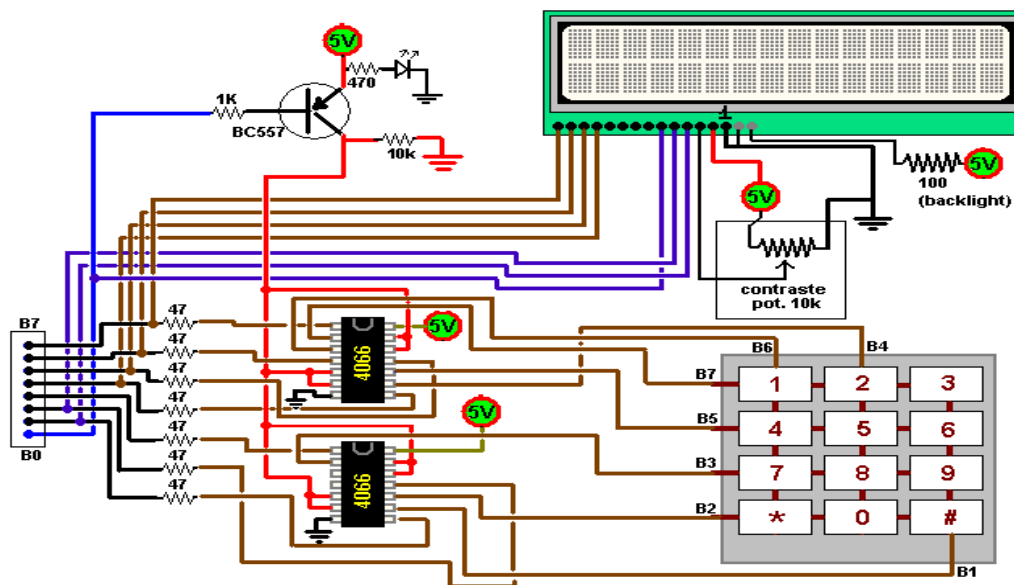


Figura 4.7: Esquemático da Placa IHM(CORTELETTI, 2009)

#### 4.2.1.3 Lista de peças

Para adquirir a estação cuscopic há diversos meios, é possível adquiri-la entrando em contato com o seu desenvolvedor, é possível também adquirir sua lista de peças na home page da estação e comprar o material por conta própria.

A lista de peças como foi citado anteriormente esta disponível publicamente no site da estação, isso pois a plataforma de desenvolvimento é um projeto aberto.

Abaixo uma tabela com lista de preços da estação cuscopic.

Tabela 4.2: Tabela de preços da estação

Item	Preço estimado para compra unitaria	Total (c/frete)
Pl. Principal	R\$104,00	R\$124,00
IHM	R\$35,00	R\$55,00
Fonte	R\$16,00	R\$36,00
Kit Adquirido (Completo)	R\$110,00	R\$130,00

Abaixo uma ilustração da estação montada:

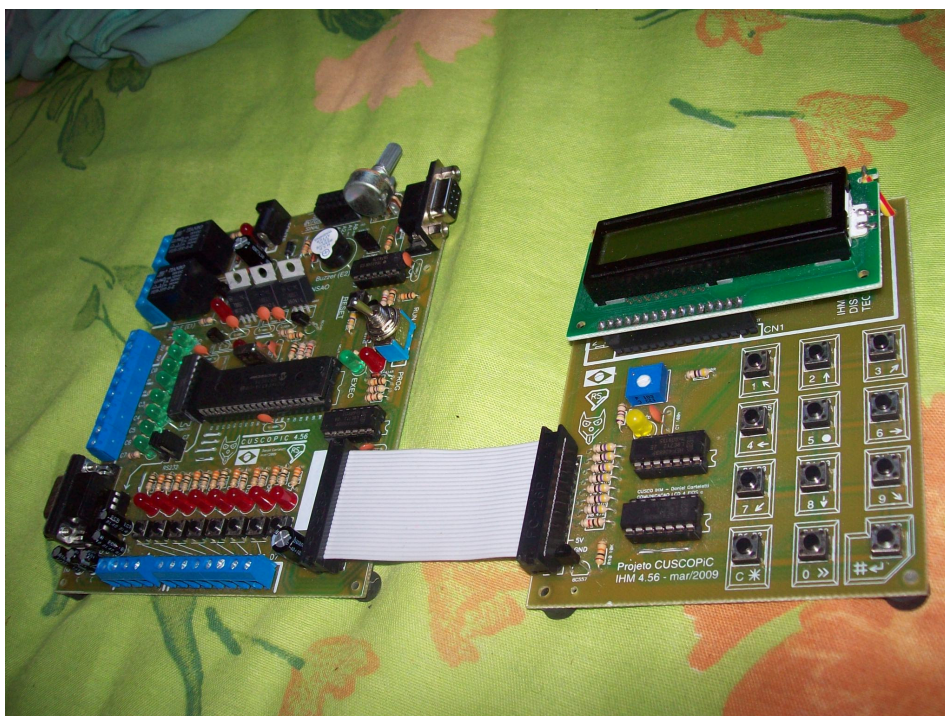


Figura 4.8: Estação Cuscopic

## 4.2.2 Hardware Desenvolvido

### 4.2.2.1 Introdução

Para o hardware a ser desenvolvido foram feitas duas placas, uma contem os circuitos de acionamento indutivo e uma para amplificar o sinal de saída do sensor termopar.

O hardware foi montado em aproximadamente uma semana.

O hardware extra foi desenvolvido para possibilitar a comunicação entre o microcontrolador e os sensores e atuadores contidos no projeto, isso pois nem todos os componentes são compatíveis entre si ou tem sinal próprio para contabilização imediata.

### 4.2.2.2 Descrição

A placa de acionamento indutiva da solenóide que é de 220V possui um bt137, um moc3023, capacitores e resistores.

A placa de acionamento indutiva da usina é de 110V também possui um bt137, moc3020, capacitores e resistores.

As duas placas de acionamento são integradas a cusopic por um moc, este que contem um led e um DIAC dentro assim isolando opticamente a plataforma cusopic da rede, o moc será ligado em uma das saídas do port c, a saída será definida no firmware.

A placa de acomodação do sinal do termopar contem um ampop LM324 e 2 resistores. Para obtermos os gráficos de resposta do termopar utilizamos um isqueiro e criamos um programa para o microcontrolador, este programa somente exibia o valor AD no port A0 da plataforma criamos um sistema de memória para os primeiros 10 segundos após acionado o botão de gravação, logo foram traçados os gráficos. A interpretação dos gráficos é bem simples abaixo esta a escala de tempo em segundos e ao lado esquerdo temos o valor AD obtido na medição, unindo os pontos é possível determinar o valor AD no tempo requerido. Abaixo os gráficos de resposta do termopar.

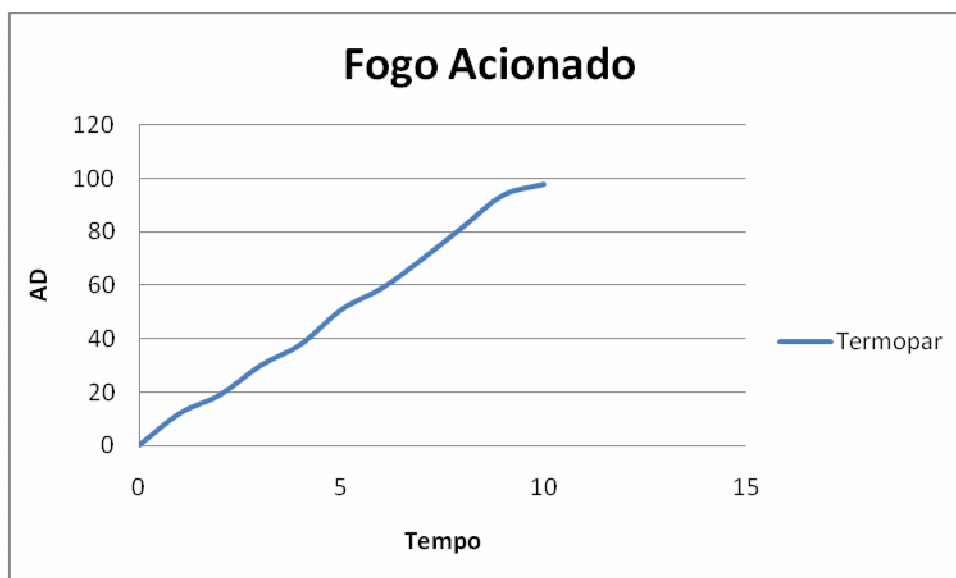


Figura 4.9: Grafico Termopar Fogo Acionado

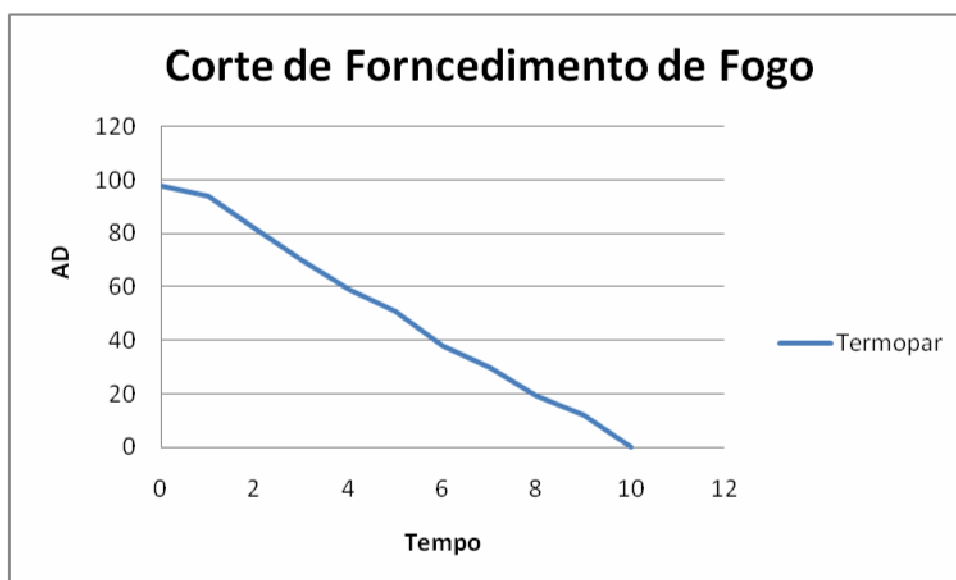


Figura 4.10: Grafico Termopar fogo apagando

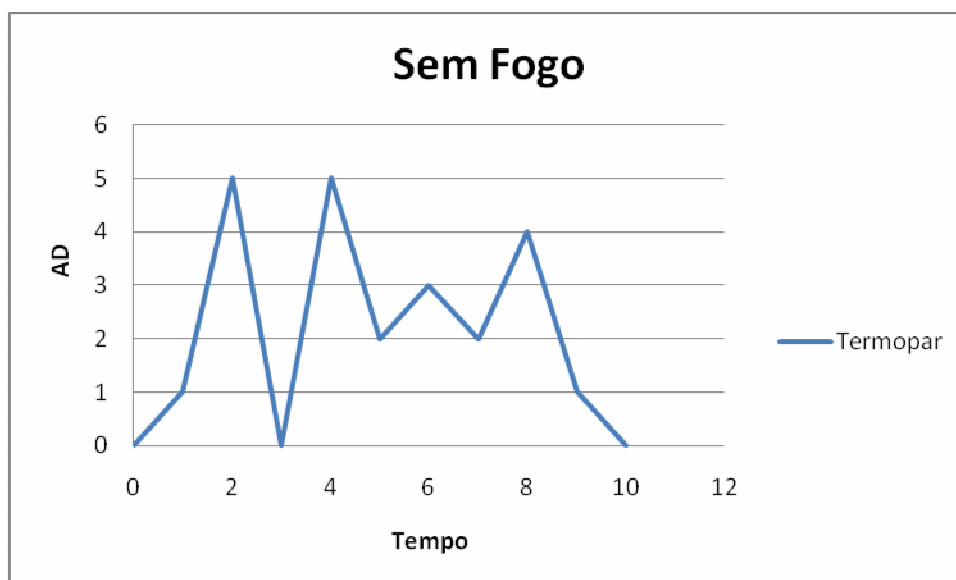


Figura 4.11: Gráfico Termopar sem fogo

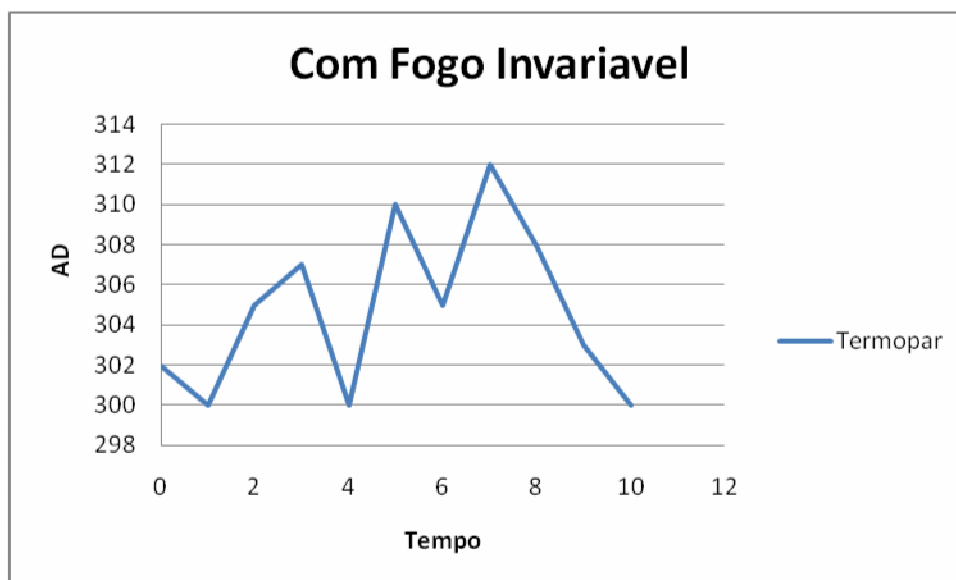


Figura 4.12: Gráfico Termopar com fogo fixo

A placa de acomodação do sinal esta ligada em uma das entradas AD da cuspic, mais precisamente entrada A0.



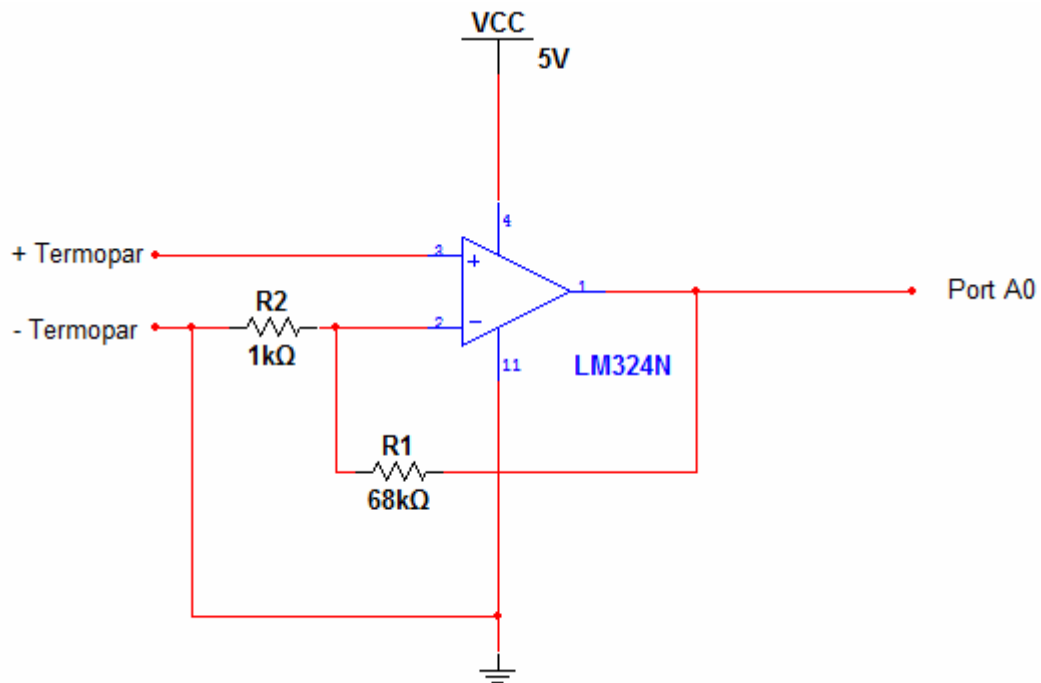


Figura 4.13: Circuito de Acomodação de sinal

O circuito de amplificação do sinal contém um amplificador operacional operando não inversamente com ganho de aproximadamente 69, ganho este que é calculado dividindo-se o resistor de  $68\text{k}\Omega$  que está em sua malha de realimentação e o resistor de  $1\text{k}\Omega$  que está na sua entrada negativa e sua entrada é de 5V, ou seja com o termopar operando a aproximadamente  $60\text{mV}$  que é a tensão aproximada da temperatura que lhe será aplicada a saída do circuito terá uma tensão em torno de  $4.5\text{V}$ .

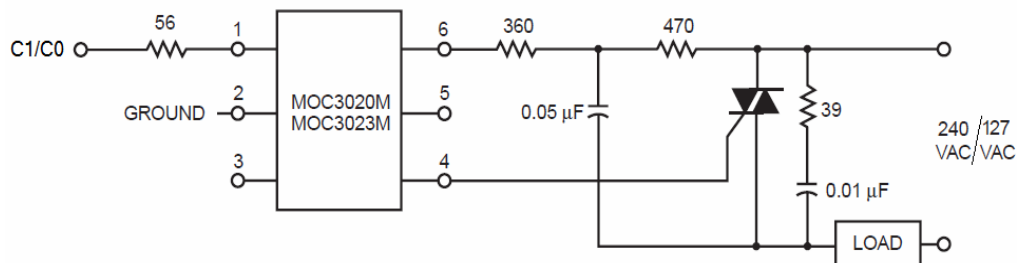


Figura 4.14: Circuito de Acionamento Indutivo

O circuito de acionamento contém um resistor de  $56\Omega$  para limitar a corrente no LED interno do MOC, este que faz o acoplamento óptico entre o circuito DC e o

circuito AC, contém também um resistor de  $330\Omega$  para limitar a corrente do DIAC interno do MOC e também do GATE do TRIAC, este que ao receber o sinal de acionamento em seu GATE libera a passagem de corrente entre seus terminais, assim alimentando a carga, contém um resistor 5W de  $39\Omega$  em serie com um capacitor de 10nF para um filtro de rede, para não causar interferências na rede em função de ser uma carga indutiva.

Para integrar o circuito à cuscopic usamos a porta C0 para a usina ignitora e a porta C1 para a válvula solenoide.

Para um circuito alternativo de acionamento pode ser usado um circuito com um simples relé. Este circuito usaria o pino de acionamento do relé no lugar do MOC, quando esse pino fosse acionado ele fecharia os seus contatos permitindo a passagem da corrente, porem esse por ser um circuito mecânico acabaria por gerar um desgaste com o tempo.

#### 4.2.2.3 Tabela de preços

Tabela 4.3: Tabela de preços Hardware

ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	VAL. UNITARIO	VAL. TOTAL
1	2	BT137	1,50R\$	R\$3,00
2	1	MOC3020	1,20R\$	R\$1,20
3	1	MOC3023	1,20R\$	R\$1,20
4	8	Resistores 1/4W	0,10R\$	R\$0,80
5	2	Resistores 5W	1,20R\$	R\$2,40
6	2	Capacitores 250V	0,20R\$	R\$0,40
7	2	Capacitores 400V	0,60R\$	R\$1,20
8	1	LM324	1,00R\$	R\$1,00

## 4.3 Software

### 4.3.1 Introdução

Software é um conjunto de informações que deve ser seguido por determinado processador.

Usando uma linguagem mais voltada para a informática para simplificar a explicação do assunto podemos dizer que software são sequências de instruções pré-programadas, estas dependendo da ação do usuário acarretarão em um comportamento já programado e de conhecimento do utilizador.

Para a montagem de um software é necessário primeiramente conhecer alguma linguagem de programação, linguagem esta que pode ser de alto-nível ou baixo-nível. Uma linguagem de programação de baixo-nível consiste em uma linguagem em nível de máquina ou bem próxima a ela e uma linguagem de alto-nível consiste em uma linguagem bem próxima a do homem.

O processo de execução de um software é basicamente este o programa é inicialmente carregado na memória principal. Após carregar o programa, o computador encontra o 'Entry Point' ou ponto inicial de entrada do programa que carregou e lê as instruções sucessivamente byte por byte. As instruções do programa são passadas para o

#### 4.3.1.1 Linguagem Assembly

Assembly é uma linguagem de programação que provavelmente foi a primeira a ser utilizada da nossa história. Ela é utilizada para o homem poder se comunicar com processadores. A comunicação é feita através dos montadores, mas, no entanto esta comunicação é escrita em forma de texto, ou seja, do modo que possa ser entendida pelo programador, mas o microcontrolador (máquina) não. Então é necessário transformar isto em algo que ele entenda, ou seja, números binários. Esta transformação é feita pelo programa montador (ASSEMBLER).

Como a ilustração abaixo representa:

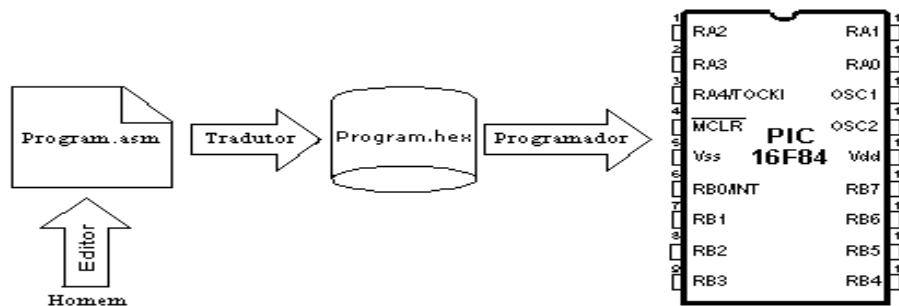


Figura 4.15: Processo de comunicação entre homem e micro controlador

A linguagem assembly é considerada de baixo nível, significa que esta relacionada diretamente com a arquitetura do computador, mais complexa e complicada de se fazê-la.

Os elementos básicos de assembly são:

- Labels (rótulos)
- Instruções
- Operandos
- Diretivas
- Comentários
- Mnemônico
- Parâmetros

As instruções para o PIC são reduzidas, mas mesmo assim podem ser divididas em seis grupos.

- Instruções para manipulação de bytes de memória (B)
- Instruções para manipulação de bits de memória (b)
- Desvios incondicionais (Di)
- Desvios condicionais (D)
- Instruções com valores constantes (K)
- Instruções de controle (G)

No assembly cada instrução equivale a uma instrução do microcontrolador. Ao invés de usar números binários, poderão ser utilizadas outras muito mais fáceis de memorizar, como add, div, mul, and, or, not, etc. Também poderão ser criadas variáveis que são pequenos espaços na memória *RAM* reservados para guardar algum tipo de informação.

O registrador no assembly é utilizado para identificar a posição de uma memória no microcontrolador.

*Work Register*, muitas operações só podem ser feitas no *Work Register* que significa registrador principal ele é como uma informação manipulada pela instrução. As instruções não permitem fazer uma operação envolvendo duas posições de memória.

Diretivas de montagem são linhas de configuração do montador que servem para orientar a geração do arquivo executável.

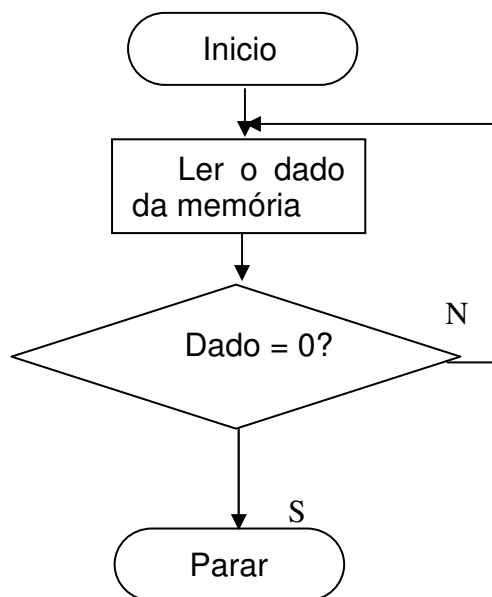


Figura 4.16: Exemplo de programa em assembly

A linguagem assembly é de difícil compreensão. Ao contrário do que acontece nas linguagens de alto nível, existe (até certo ponto) uma correspondência de 1 para 1 entre a linguagem de montagem simples e a linguagem de máquina. Por isso a tradução do código de montagem em código de máquina não é chamada compilação, mas montagem. Consegue-se transformar a linguagem de montagem em linguagem de máquina recorrendo a um montador (também chamado *assembler*, originado do termo em inglês), e a transformação inversa faz-se recorrendo a um desmontador (também chamado *disassembler*, originado do termo em inglês).

#### 4.3.1.2 Linguagem C ANSI

A linguagem C é considerada uma linguagem de programação compilada, também considerada de alto nível que tem por definição não ser necessário conhecer o processador, ao contrário das linguagens de baixo nível. A linguagem foi criada em 1972 por Dennis Ritchie no AT&T Bell Labs, originalmente criada para

desenvolvimento do sistema operacional UNIX, a linguagem espalhou-se sendo uma das principais linguagens de programação hoje existentes.

O C é uma linguagem de programação genérica que é utilizada para a criação de programas diversos como processadores de texto, planilhas eletrônicas, sistemas operacionais, programas de comunicação, programas para a automação industrial, gerenciadores de bancos de dados, programas de projeto assistido por computador, programas para a solução de problemas da Engenharia, Física, Química e outras Ciências.

Todas as propriedades da linguagem não são em vão, a linguagem foi criada com o intuito de facilitar a criação de programas extensos com muito menos erros.

Algumas características da linguagem são:

- Uma linguagem nuclear extremamente simples, com funcionalidades não essenciais, tais como funções matemáticas ou manuseamento de ficheiros (arquivos), fornecida por um conjunto de bibliotecas de rotinas padronizada;
- A focalização no paradigma de programação procedimental;
- Um sistema de tipos simples que evita várias operações que não fazem sentido
- Uso de uma linguagem de pré-processamento, o **pré-processador de C**, para tarefas tais como a definição de macros e a inclusão de múltiplos ficheiros de código fonte;
- Ponteiros dão maior flexibilidade à linguagem;
- Acesso de baixo-nível, através de inclusões de código Assembly no meio do programa C;
- Parâmetros que são sempre passados por valor para as funções e nunca por referência (É possível simular a passagem por referência com o uso de ponteiros);
- Definição do alcance lexical de variáveis;
- Estruturas de variáveis, (structs), que permitem que dados relacionados sejam combinados e manipulados como um todo.

Possíveis tipos de armazenamentos de dados são. INT, CHAR, FLOAT, DOUBLE, STRUCT.

O tipo de dados inteiros (INT) armazena valores numéricos inteiros se for uma variável signed na plataforma de desenvolvimento PC pode possuir até 64bits ou seja seu valor pode chegar a 9.223.372.036.854.775.807 sendo uma signed int ou o dobro disso sendo uma unsigned int, já no PIC a maior int possível é a de 32bits ou seja seu

valor pode chegar a 2.147.483.647 sendo uma signed int ou o dobro disso sendo uma unsigned int.

O tipo de dados caracteres (CHAR) armazena caracteres de até 8 bits, ou seja ele armazena um caractere.

O tipo de dados ponto flutuante (FLOAT) pode armazenar valores com casas decimais, ou seja números reais.

O tipo DOUBLE tem o mesmo principio de armazenamento do FLOAT porem sua precisão é o dobro da precisão do primeiro.

O tipo estrutura (STRUCT) não é uma variável e sim uma estrutura de variáveis, essa estrutura é muito útil para a criação de banco de dados e assemelhados.

#### *4.3.1.3 Compilador CCS*

O compilador ccs foi o compilador usado para a compilação do programa.

Os erros de compilação são apresentados na tela após ocorrerem, isto facilita a visualização destes para o programador.

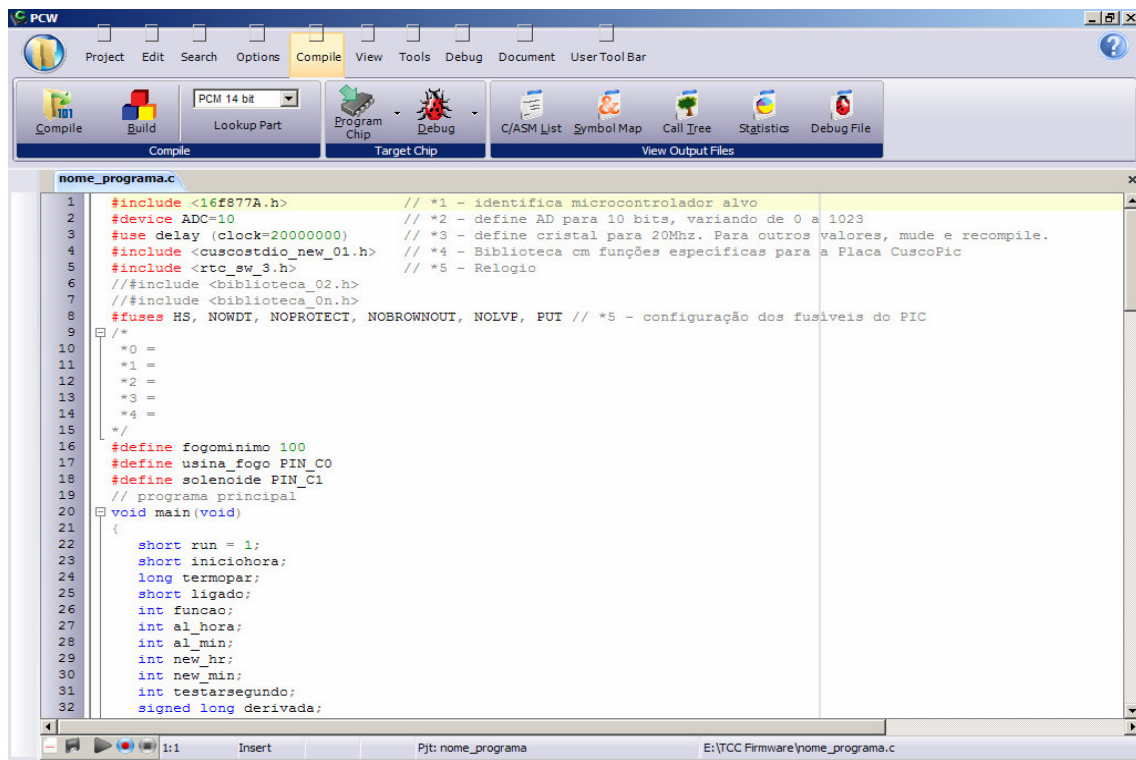
O compilador ccs em si não possui uma interface de programação ele só compila o programa que lhe é requisitado, porem é possível integra-lo ao MPLAB com um plugin que pode ser adquirido juntamente com a estação cuscopic, ou realizando buscas na internet. Ou também podemos usar a interface de programação incluída no pacote do compilador CCS.

Um compilador é um programa capaz de transformar uma serie de “codigos” em outra serie de “codigos”. No caso do Compilador CCS é possível realizar a transformação de código em linguagem C para o código Hexadecimal reconhecido pelo microprocessador PIC.

Para realizarmos essa transformação necessitamos de um programa (com suas dependencias caso possua), direcionamos o programa pra o compilador, esse que começa a criar o arquivo .hex. Este programa deve ser editado em um editor de texto puro como o bloco de notas do windows, gedit do linux, ou por uma interface de programação como o MPLAB ou até mesmo a interface de programação contida no pacote CCS.

Após a compilação do programa podemos transferi-lo para o microprocessador.

Não esquecendo que o compilador CCS é um programa pago.



#### 4.3.1.4 MPLAB

O MPLab é um software que integra diversos ambientes de trabalho necessários para a realização de projetos, programação, simulação e gravação de microcontroladores da família PIC.

O MPLAB é um pacote de programas que rodam no Windows e que torna mais fácil escrever ou desenvolver um programa. Pode descrever-se ainda melhor como sendo um ambiente de desenvolvimento para uma linguagem de programação standard e destinado a rodar em um computador pessoal (PC). O IDE "Integrated Development Environment" (Ambiente Integrado de Desenvolvimento) é o que torna as operações mais fáceis, usando o MPLAB. O programa escrito é legível e é uma ajuda bem documentada que fica disponível.

O MPLAB compreende várias itens:

- Agrupamento de todos os arquivos do mesmo projeto, num único projeto (Project Manager).
- Escrever e processar um programa (Editor de texto).
- Simular o funcionamento no microcontrolador do programa que acabou de se escrever (simulador).

Os requisitos mínimos para que um computador possa utilizar o MPLAB, são:



Computador PC com microprocessador 486 ou superior

Microsoft Windows 3.1x, Windows 95 ou versões mais recente do sistema operativo Windows.

Placa gráfica VGA

8MB de memória (32MB recomendados)

20MB de espaço no disco rígido(MIKROE, 2003)

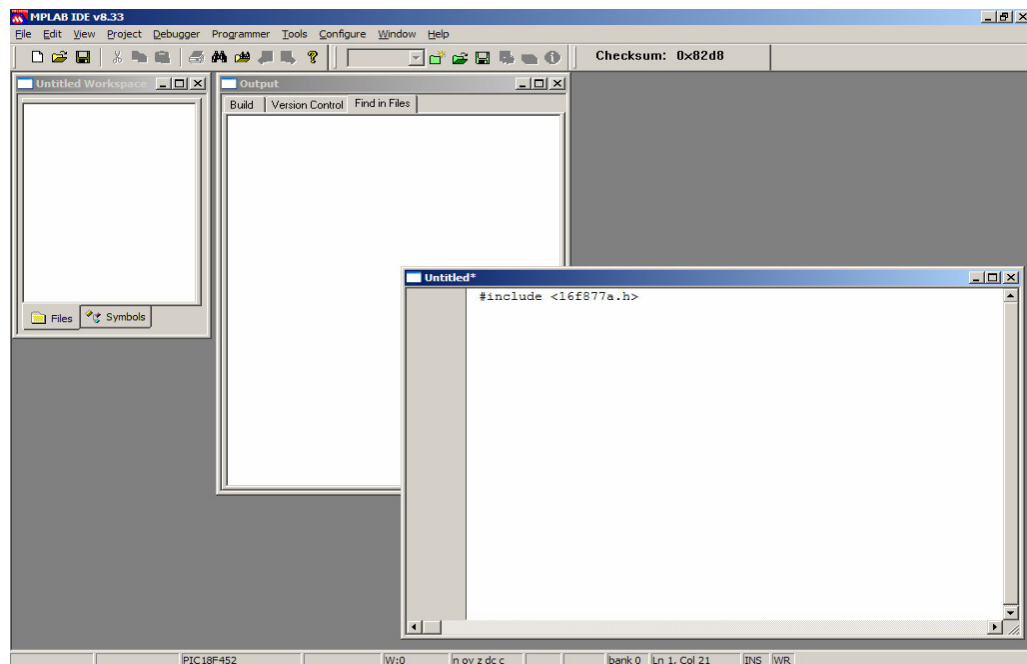


Figura 4.18: MPLAB

### 4.3.2 Firmware Desenvolvido

#### 4.3.2.1 Introdução

*Firmware* é um meio de comunicação entre homem e maquina. Exemplificando, comanda-se uma ação e a maquina consegue interpretar e agir de determinado modo como esta sendo dito comandado naquela ação.

Existem vários métodos de se comunicar com a maquina, esses métodos são chamados de linguagens de programação, o que estaremos usando em nosso *firmware* será Linguagem C, que também é conhecida por ser uma linguagem de alto nível.

Alto nível é a designação para linguagens com sintaxe mais próxima da compreensão do homem.

Porem existem também linguagens de baixo nível, estas por sua vez contêm sintaxe mais próxima da compreensão da maquina.

A maior dificuldade encontrada foi no firmware esta dificuldade foi o calculo da derivada da temperatura, que foi realizada no firmware.

#### 4.3.2.2 *Descrição*

Quando o programa for acionado perguntará a hora e a data de hoje, assim podendo ajusta-la.

Para o firmware desenvolvido foram usadas variáveis, para cálculos de uma derivada, para o controle de um “alarme” este que no caso será o tempo que o fogo da boca do fogão ficará ligado. Juntamente a biblioteca RTC foi fornecida pelo orientador, essa que consiste em um sistema de hora e data por software.

A temperatura que estiver aplicada no termopar é adquirida na entrada AD do PIC e setada em uma variável, após um segundo a temperatura que estiver aplicada no termopar é adquirida novamente na entrada AD do PIC e setada na segunda variável, logo é efetuado o calculo da derivada usando uma simples subtração dos dois valores, se a variável adquirida primeiro for maior que a variável adquirida depois a temperatura estará caindo, se essa variável (temperatura) estiver com uma diferença muito grande o fogo pode ter sido apagado, fazendo assim com que acione a usina ignitora (port C0) por três segundos, nesse processo a derivada do fogo é recalculada, depois disso a variável do fogo é adquirida novamente se ela for muito baixa ou a derivada continuar em queda a solenoide é fechada (port C1).

Para acessar o menu de funções a tecla D0 deve ser pressionada, no menu podem ser definidos, o tempo que o fogo ficará acionado (menu > 3), o acionamento do fogo (menu > 1) e o desligamento deste (menu > 2).

O “alarme” quando determinado pelo usuário fará com que desligue a solenoide desativando assim o fogo.

Este alarme é setado no menu 3, assim como setamos alarmes de relógio e assemelhados, para isso funcionar corretamente é necessário que a hora esteja efetivamente correta.

#### 4.3.2.3 Fluxograma

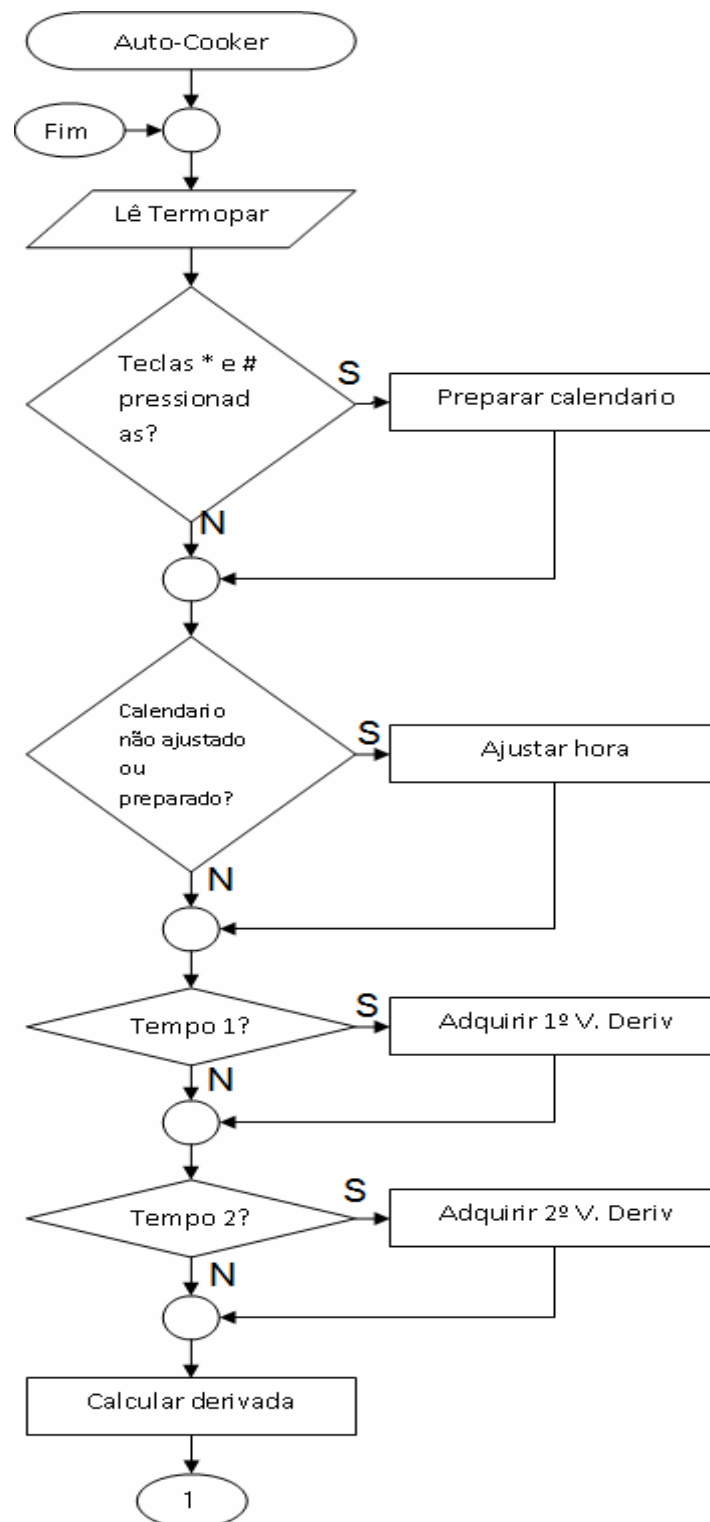


Figura 4.19: Fluxograma do firmware desenvolvido

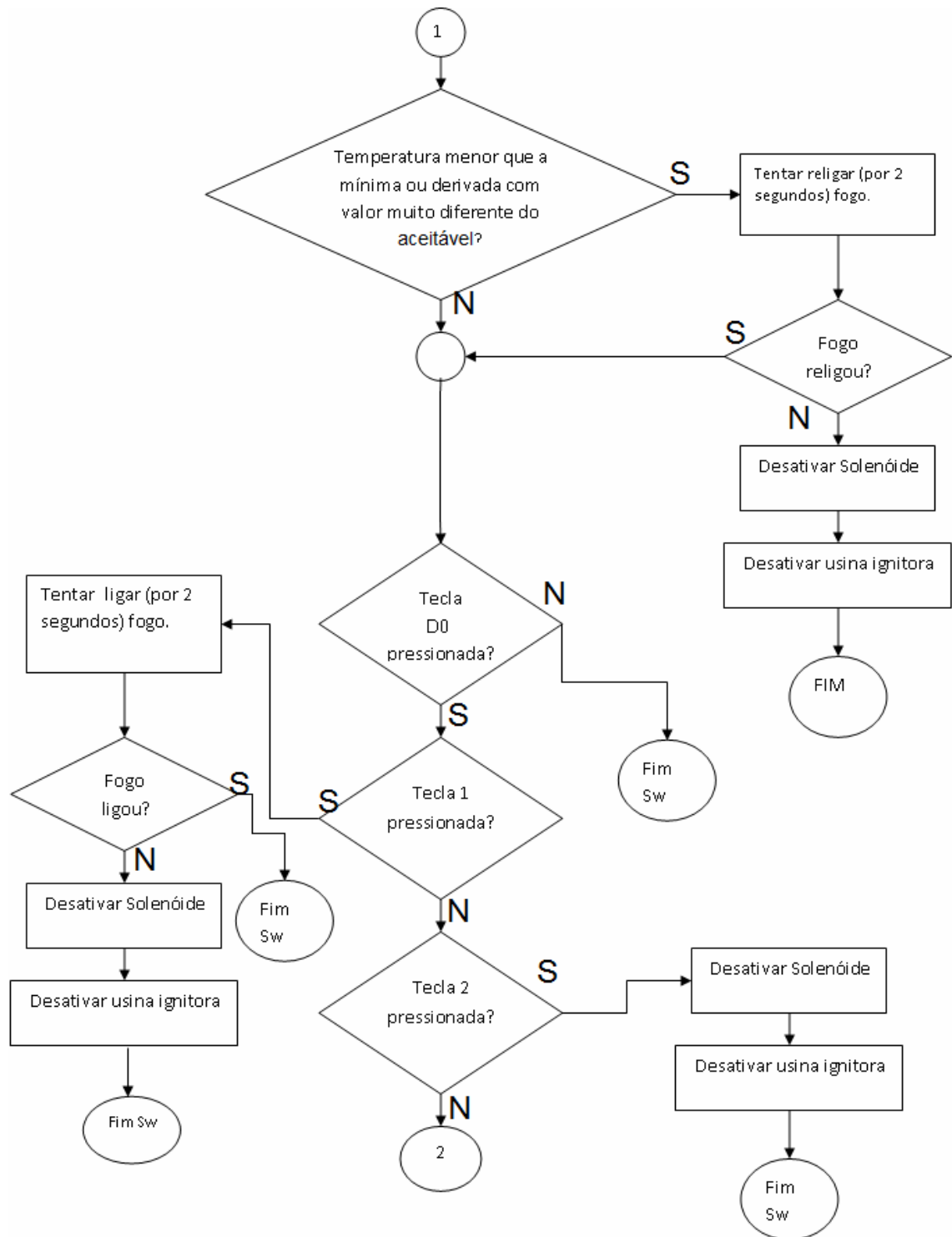


Figura 4.20: Fluxograma do firmware desenvolvido

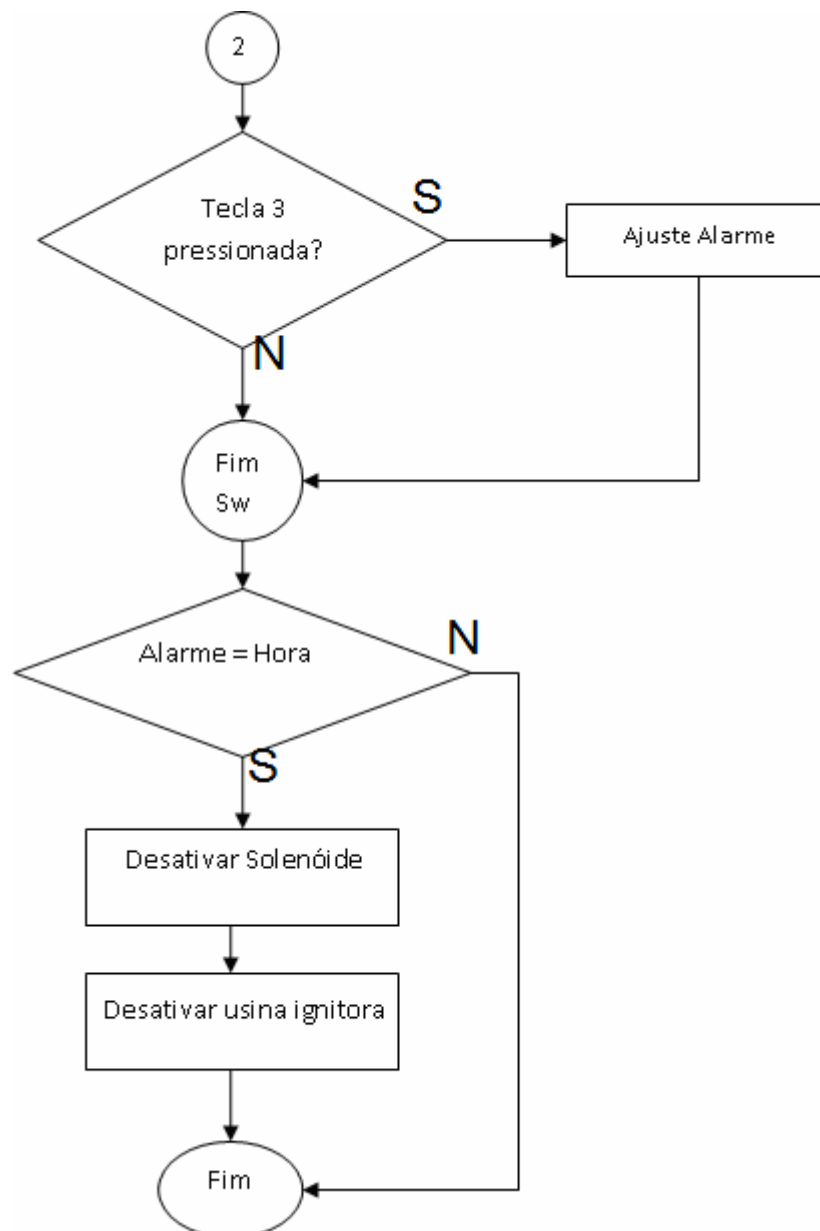


Figura 4.21: Fluxograma do firmware desenvolvido

Esse fluxograma não está dividido em sub-rotinas seu funcionamento é contínuo por ser um fluxograma e ele representa o que o programa necessita realizar, ele foi dividido em 3 partes para melhor visualização, mas como pode ser observado ao fim de um tema a indicação de algum desvio que leva ou não para outro assim criando a corrente de funcionamento do programa.

O fluxograma demonstrado até o desvio um representa o ajuste do calendário e o cálculo da derivada, até o desvio dois é demonstrado a queda brusca na temperatura ou quando o fogo é desligado e também o princípio do menu de ajuste de funções, por fim o restante do fluxograma demonstra a parte final do menu de funções e o sistema de desligamento de fogo por tempo.

#### 4.3.2.4 Relação Fluxograma – Programa

Ao iniciar o programa o termopar recebe um valor que é enviado ao “AD” da cuscopic, diretamente aparecerá no display o ajuste da hora, e da data. Também pressionando as teclas asterisco e sustenido será levado ao display o ajuste da hora e data. Para confirmar o ajuste é necessário apertar a tecla sustenido.

Então apertando “D0” entrará no menu este que possui três opções, a primeira opção é para ligar o fogo, a segunda para desligar e a terceira e última opção é para ajustar o horário que o usuário deseja desligar o fogo, ou seja, por quanto tempo o fogo ficará aceso.

#### 4.3.2.5 Programa(.c)

```
#include <16f877A.h>          // *1 - identifica microcontrolador alvo
#define ADC=10                // *2 - define AD para 10 bits, variando de 0 a 1023
#include <delay.h>              // *3 - define cristal para 20Mhz. Para outros
                              // valores, mude e recompila.
#include <cuscostdio_new_01.h> // *4 - Biblioteca com funções específicas para a
                              // Placa CuscoPic
#include <rtc_sw_3.h>           // *5 - Relógio
#define fuses HS, NOWDT, NOPROTECT, NOBROWNOUT, NOLVP, PUT // *5 -
                              // configuração dos fusíveis do PIC
/*-----*/
#define fogominimo 30 //fogo mínimo considerável fogo aceso
#define usina_fogo PIN_C0
#define solenoide PIN_C1
// programa principal
void main(void)
{
    short run = 1;
    short iniciohora = 1; //indicador de necessidade de setar hora
    long termopar; //valor ad passado pelo termopar
    short ligado; //indica se o fogo esta ligado ou nao
    int funcao; //função do menu
    int al_hora = 0; // hora do alarme
    int al_min = 0; // minuto do alarme
    int new_hr = 0; //variável para ajustar alarme
```

```

int new_min = 0; //variável para ajustar alarme
signed long derivada; //variável de derivada
long fogo_antes; //variável para calculo de derivada
long fogo_depois; //variável para calculo de derivada
short qualfogo; //variável que define qual instante esta no tempo da derivada
int tempo; //para calculo da derivada
// inicialização do rtc - obrigatório!!!!
setup_timer_1(T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_4);
set_timer1(0);
enable_interrupts(INT_TIMER1);
enable_interrupts(GLOBAL);
reset_alarmes();
reset_calendario();
// fim da inicialização do rtc - obrigatório !!!!!

// laço principal
while(run)
{
/*aqui esta o desvio FIM do fluxograma*/
termopar = AD(0); //pega a variavel do AD(termopar)
if(iniciohora) //ajusta hora(no começo eh 1 ajusta automatico)
{
ajuste_hora();
ajuste_data();
iniciohora = 0;
tempo = calendario.segundo + 1;
}
if(tecla_sus && tecla_ast)//se apertadas asterisco e sostenido ele ajusta hora
{
iniciohora = 1;
}
if(tempo==calendario.segundo) /*tempo sendo igual ao segundo adquire segunda
variável de tempo*/
{
termopar = AD(0);

```

```

    fogo_depois = termopar;
    qualfogo = 0;
    printf(lcd_putc, "\f%lu", termopar);
}
else //tempo não sendo igual ao segundo adquire primeira variável do calculo
{
    if(qualfogo == 0) //necessário para o armazenamento ocorrer somente 2 vez
    {
        termopar = AD(0);
        fogo_antes = termopar;
        qualfogo = 1;
        printf(lcd_putc, "\f%lu", termopar);
    }
}
derivada = fogo_depois - fogo_antes;
//aqui esta o desvio 1 do fluxograma
if(termopar<=fogominimo && ligado || ligado && derivada<=-5)//temperatura
do termopar menor q a minima aceitavel e fogo ligado tenta religar
{
    output_high(usina_fogo);
    delay_ms(1500);
    termopar = AD(0);
    fogo_antes = termopar;
    delay_ms(1500);
    termopar = AD(0);
    fogo_depois = termopar;
    derivada = fogo_depois - fogo_antes;
    output_low(usina_fogo);
    if(termopar<=fogominimo || derivada <=-5)//nao religou em 2 segundos
desliga
    {
        output_low(solenoide);
        ligado = 0;
    }
}

```



```

if(input(PIN_D0))//menu de funções
{
    printf(lcd_putc, "\f1Liga, 2Desliga,\n 3Desliga Hora Programada");
    funcao = get_tecla();
    delay_ms(1000);
    switch(funcao)
    {
    case 1: output_high(solenoid);
            output_high(usina_fogo);
            delay_ms(1500);
            termopar = AD(0);
            fogo_antes = termopar;
            delay_ms(1500);
            termopar = AD(0);
            fogo_depois = termopar;
            derivada = fogo_depois - fogo_antes;
            output_low(usina_fogo);
            if(termopar<=fogominimo || derivada<=-5)
            {
                output_low(solenoid);
            }
            else
            {
                ligado = 1;
            }
            break;
    case 2: ligado = 0;
            output_low(solenoid);
            break;
//desvio 2 do fluxograma
    case 3: printf(lcd_putc, "\fAjusteTempoFinal");
            printf(lcd_putc, "\n    %02u:%02u", al_hora, al_min);
            lcd_gotoxy(7, 2);
            new_hr = get_tecclas(2, MOSTRA);
            lcd_gotoxy(10, 2);

```

```

    new_min = get_tecclas(2,MOSTRA);
    wait_tecla(KBD_SUSTENIDO);
    lcd_cursor_off();
    if(new_hr < 24 && new_min < 60)
    {
        printf(lcd_putc,"\fTempo Final OK");
        al_hora = new_hr;
        al_min = new_min;
    }
    else
    {
        printf(lcd_putc,"\fHorario Invalido");
    }
    printf(lcd_putc,"\n    %02u:%02u", al_hora, al_min);
    delay_ms(1000);
    break;
default : printf(lcd_putc,"\fMenu inexistente");
    break;
}
}
if(calendario.hora==al_hora    &&    calendario.minuto==al_min    &&
calendario.segundo==0)
{
    ligado = 0;
    output_low(solenioide);
    beep();
}
} //leva para desvio FIM
}

```

#### 4.3.2.6 Bibliotecas(.h)

Foi usada a biblioteca RTC, esta consiste em simular um relógio no programa do PIC, esta biblioteca consiste em interrupções no programa principal para realizar uma contagem levando em conta o clock do cristal no microcontrolador.

Da biblioteca RTC só não foi utilizado o ajuste do alarme pois ele esta com problemas e o ajuste foi feito no próprio programa .c

Para ajuste de hora chama-se a sub-rotina `ajuste_hora`, para o ajuste de data chama-se a sub-rotina `ajuste_data`

Tanto a rotina `ajuste_hora` quanto a rotina `ajuste_calendario` funcionam de maneira similar, ao chama-las é impresso na tela o nome (ajuste a hora para a `ajuste_hora` e ajuste a data para a `ajuste_data`) abaixo disso são mostradas as variáveis ajustadas nelas, executando um `get_teclas` e mostrando o valor no display esse valor é introduzido em uma variável intermediária para verificar a consistência desses valores, estando consistentes esses valores serão repassados para as variáveis originais assim ajustando o requisitado.

A biblioteca 16F877A que contem as instruções básicas para facilitar a programação no pic usado.

A biblioteca da plataforma de desenvolvimento (`cuscostdio_new`) também foi usada, ela contem as instruções básicas da estação, como códigos para a IHM. Uma função usada foi `get_tecla` essa função adquire uma tecla pressionada na IHM introduzindo-a em uma variável. Para usar a função `get_tecla` o comando seria da seguinte forma:

```
variável_da_tecla = get_tecla();
```

Outra função utilizada foi `printf` essa função imprime no display o que lhe é informado. Abaixo dois modos de utilizar essa função.

```
printf(lcd_putc, "Texto"); //exibira a mensagem Texto na tela.
```

Tomando de exemplo a variável `lcd` como sendo uma int com valor 1

```
printf(lcd_putc, "Numero %u", lcd); //exibira a mensagem Numero 1 na tela.
```

Foram utilizados os comandos da IHM por estarem extremamente acessíveis.

#### 4.3.2.7 Arquivo .HEX

Para definirmos a utilidade do código HEX é necessário primeiramente entender o que é o código HEX. O código HEX é o arquivo executável do microprocessador PIC assim como temos os arquivos .EXE no Windows e .DMG no MAC OS temos os .HEX no PIC o código nele escrito diz ao PIC o que ele deve executar, quais comandos ele deve reconhecer, etc.

A transferência do arquivo .HEX pode ser feita de varias maneiras, a principal maneira é através de uma porta paralela, para isso necessitamos de um software para a transmissão do arquivo, o software usado na transmissão de nosso programa foi o software EPIC.

O software EPIC possui opções para enviar o executável, apagar o executável previamente instalado e verificar se o executável previamente instalado está corretamente carregado.

Também podemos efetuar a transferência através de uma porta serial, mas para isso necessitamos previamente instalar um bootloader no PIC para que o PIC habilite a porta serial antes de efetuada a transferência.

O arquivo .HEX do projeto apresentado nessa monografia usa aproximadamente 37% da memória ROM do PIC16F877A.

#### *4.3.2.7.1 Cabo de gravação paralelo*

Este é o cabo utilizado para fazer a gravação de programas do computador para a estação cuscopic.

Mas não necessariamente o único, é possível gravar também utilizando a porta Serial disponível na estação, usa-se um cabo DB9 femea-femea.

A confecção do cabo foi realizada pelos componentes do grupo a partir do esquemático logo abaixo.

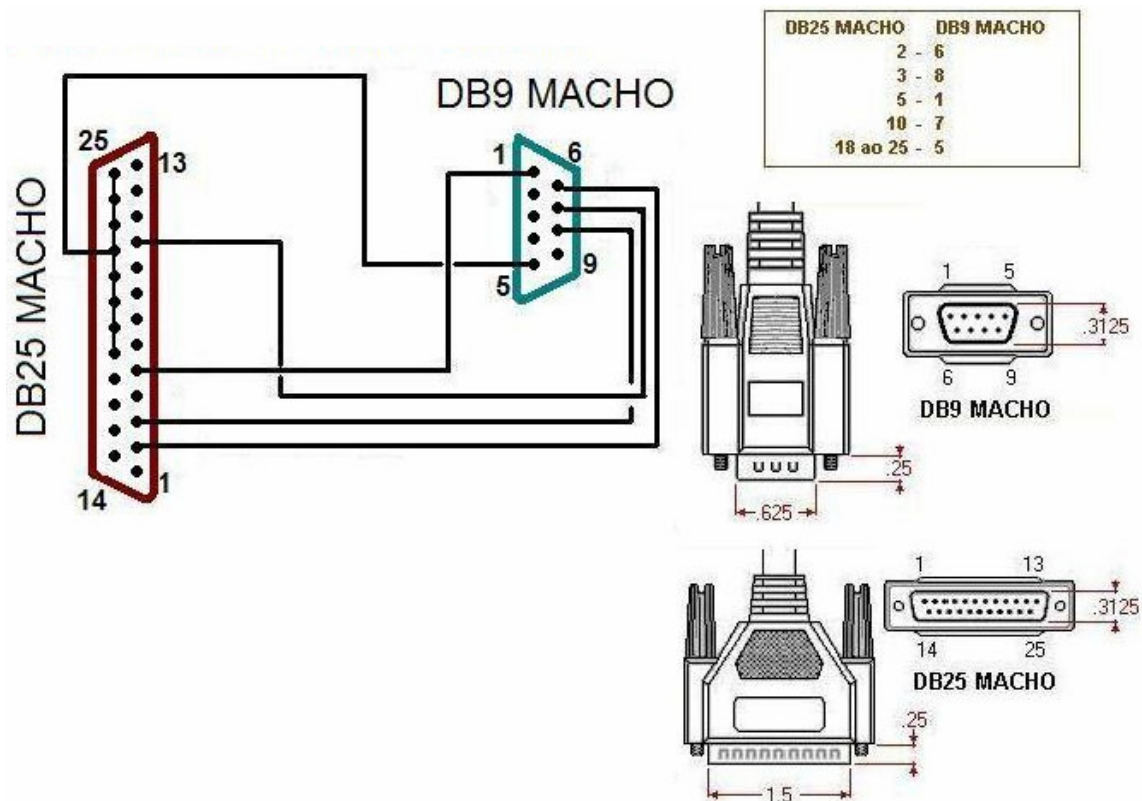


Figura 4.22: Esquemático do cabo de gravação paralelo(CORTELETTI, 2009)

#### 4.3.2.7.2 Arquivo executável

```
:1000000008308A00122A0000FF00030E8301A100BD
:100010000A08A0008A010408A2007708A300780853
:10002000A4007908A5007A08A6007B08A70083131E
:1000300083128C308400001C1F280C1832282208E0
:1000400084002308F7002408F8002508F900260892
:10005000FA002708FB0020088A00210E8300FF0E0B
:100060007F0E09008A110A1228290A108A100A1123
:10007000820728340C34013406340A108A100A111D
:1000800082072A3400340A108A100A1182070C34BD
:10009000203441346A347534733474346534203414
:1000A00064346134203448346F3472346134003441
:1000B0000A108A100A1182070C34203448346F3435
:1000C00072346134203461346A3475347334743476
:1000D00061346434613400340A108A100A118207D2
```

:1000E0000C34203448346F34723461342034693431  
:1000F0006E34763461346C34693464346134003481  
:100100000A108A100A1182070C34203441346A34F0  
:100110007534733474346534203464346134203479  
:10012000443461347434613400340A108A100A1182  
:1001300082070C3420344434613474346134203404  
:1001400061346A34753473347434613464346134C2  
:1001500000340A108A100A1182070C342034443407  
:10016000613474346134203469346E3476346134EB  
:100170006C3469346434613400340A108A100A1112  
:1001800082070C3448346F34723461347234693409  
:100190006F34203469346E34763461346C346934AD  
:1001A00064346F3400340A108A100A1182070C3448  
:1001B00031344C346934673461342C342034323473  
:1001C0004434653473346C346934673461342C34AA  
:1001D0000A343334503472346F34673472346134D7  
:1001E0006D346134723420344434653473346C3487  
:1001F0002E34003400000A148A100A11023E03183B  
:100200008A0A82000C3441346A347534733474348D  
:100210006534543465346D3470346F344634693425  
:100220006E3461346C3400340A148A100A11820767  
:100230000C34543465346D3470346F3420344634A7  
:1002400069346E3461346C3420344F344B340034B0  
:10025000A908031D2D290430A806A90BA4290430E0  
:10026000A8060330A900B10A31083B3C0318A429B1  
:10027000B101B00A30083B3C0318A429B001AF0A11  
:100280002F08173C0318A429AF01AD0A2C0B4929EC  
:1002900061292C08033C031961292C08053C03192A  
:1002A00061292C08073C031961292C08083C031913  
:1002B00061292C080A3C031961292C080C3C031DF8  
:1002C00064291F30F5007A292C08023C031D782987  
:1002D0002A080339FC00FD01FC08031D7529FD08EF  
:1002E000031D75291D30F50077291C30F5007A298A

:1002F0001E30F5002D0875020318A429AC0A2C083D  
:100300000C3C0318A2290130AC002B08063C031852  
:100310009E29FF3A031D90292A08D03C03189E29E4  
:100320002B08083C031C9E29031D9A292A08323CED  
:10033000031C9E29AA0A0319AB0AA2290730AB00A5  
:10034000D130AA000130AD000C108A110A121F280A  
:10035000F701F801600803106118F707F70CF80CB3  
:10036000E118F707F70CF80C6119F707F70CF80C10  
:10037000E119F707F70CF80C611AF707F70CF80CFE  
:10038000E11AF707F70CF80C611BF707F70CF80CEC  
:10039000E11BF707F70CF80C0034DF015F08063C9F  
:1003A000031CF9295F08E0000530E100A8213A307C  
:1003B000780784008313840A073080008403D130D7  
:1003C00080005F08E0000530E100A82103307807D5  
:1003D0003A3E8400831380015F08E0000530E100AD  
:1003E000A821043078073A3E840083138001DF0A95  
:1003F000CE298A150A122F2A0730AB00D130AA0065  
:100400000130AC00AD00AF01B001B1018A150A1294  
:10041000322A5F08003A03191A2A013A03191D2AE1  
:10042000033A0319202A013A0319232A073A031928  
:10043000262A2A2A831605142F2A831685142F2A82  
:10044000831605152F2A831685152F2A83168516E0  
:100450002F2A83120030F800F900632A8316C03077  
:1004600083128B0483161F1383121F179F17831683  
:100470009F1783121F1483161F109F101F119F11A7  
:1004800083125F0DF700F70DF70DF830F7051F0821  
:10049000C73977049F00A630F700F70B4D2A0000FC  
:1004A0001F151F19512A83161E088312E0001E080B  
:1004B000E10083161F149F141F159F1183126008FB  
:1004C000F8006108F90000340330EB02031C722AC3  
:1004D0006B308400831300080319722A702A702A73  
:1004E000800B6F2A003469108316860183128601FF  
:1004F0000230EA00F930EB006422EA0B7A2A68083D

:100500000319A72A013A0319CC2A033A0319F12A3D  
:10051000013A0319162B073A03193B2B013A031929  
:10052000602B033A0319852B013A0319AA2B0F3AC2  
:100530000319CF2B013A0319F42B183A0319192C7C  
:10054000013A03193E2CEF3A0319632C7F2C8316D2  
:1005500006128312061683160611831206118316DD  
:1005600006162130F700F70BB32A06168312061E73  
:10057000691483160612831206128316061183125B  
:100580000615831606162130F700F70BC52A061646  
:100590008312061E69107F2C83160613831206171A  
:1005A0008316861383128613831606172130F700ED  
:1005B000F70BD82A06178312061F69148316061331  
:1005C0008312061383168613831286178316061763  
:1005D0002130F700F70BEA2A06178312061F69106D  
:1005E0007F2C831606128312061683168613831237  
:1005F0008613831606162130F700F70BFD2A061620  
:100600008312061E691483160612831206128316BD  
:10061000861383128617831606162130F700F70B10  
:100620000F2B06168312061E69107F2C8316861365  
:1006300083128617831686108312861083168617F8  
:100640002130F700F70B222B86178312861F6914BF  
:1006500083168613831286138316861083128614DC  
:10066000831686172130F700F70B342B8617831279  
:10067000861F69107F2C83160613831206178316B4  
:10068000861283128612831606172130F700F70BA5  
:10069000472B06178312061F69148316061383124D  
:1006A00006138316861283128616831606172130C8  
:1006B000F700F70B592B06178312061F69107F2CC2  
:1006C000831606128312061683168612831286126A  
:1006D000831606162130F700F70B6C2B06168312D3  
:1006E000061E6914831606128312061283168612DA  
:1006F00083128616831606162130F700F70B7E2B21  
:1007000006168312061E69107F2C8316861283122A



:10071000861683168610831286108316861621305D  
:10072000F700F70B912B86168312861E6914831629  
:1007300086128312861283168610831286148316FD  
:1007400086162130F700F70BA32B86168312861E20  
:1007500069107F2C831606138312061783168611E1  
:1007600083128611831606172130F700F70BB62B7C  
:1007700006178312061F69148316061383120613C5  
:100780008316861183128615831606172130F7000B  
:10079000F70BC82B06178312061F69107F2C8316D0  
:1007A000061283120616831686118312861183168B  
:1007B00006162130F700F70BDB2B06168312061EF8  
:1007C0006914831606128312061283168611831289  
:1007D0008615831606162130F700F70BED2B06164B  
:1007E0008312061E69107F2C8316861183128615CC  
:1007F0008316861083128610831686152130F70023  
:10080000F70B002C86158312861D6914831686113A  
:10081000831286118316861083128614831686151A  
:100820002130F700F70B122C86158312861D6910F4  
:100830007F2C8316061183120615831686108312E9  
:100840008610831606152130F700F70B252C0615A8  
:100850008312061D6914831606118312061183166E  
:10086000861083128614831606152130F700F70BC5  
:10087000372C06158312061D69107F2C831606136C  
:1008800083120617831606118312061183160617A4  
:100890002130F700F70B4A2C06178312061F691444  
:1008A0008316061383120613831606118312061588  
:1008B000831606172130F700F70B5C2C06178312FE  
:1008C000061F69107F2C8316860152308312860022  
:1008D00083160617061686142130F700F70B6E2CC8  
:1008E00006178312061F7E2C831606168312061E19  
:1008F0007E2C831686148312861869147F2C003090  
:1009000069180130F80000346C308400831300084B  
:100910000319972C0630F800F701F70B8D2CF80B14

:100920008C2C7B30F700F70B932C800B8A2C003437  
:10093000730EF039F7000F300605770486000000CB  
:1009400006140330F700F70BA32C06100034F03028  
:1009500083168600831206150000061400000608A0  
:10096000060E0F39F300061000000614B72CB82C41  
:1009700000000608060E0F39F2000610003083163C  
:100980008600730EF700F030F70577087204F80060  
:1009900083128A110A12D02CC830F1008610A72CBD  
:1009A0007808F200F21FDC2C5330F700F70BD62C3E  
:1009B000F10BDB2CDC2CCF2C6F1C86106F188614EF  
:1009C0000000061100000610700EF2000F30F20554  
:1009D0007208F300982470080F39F200F30098248D  
:1009E000003400308316860083128610061106102C  
:1009F0000F30EC0084240130EB006B08033C031C37  
:100A0000092D0330F30098240530EC008424EB0A10  
:100A1000FD2C0230F3009824EB016B08033C031C0F  
:100A20001A2D6B083520EC00EF016C08F000CC2487  
:100A3000EB0A0D2D28148A110A12562D6C0B212D4C  
:100A4000242D4030ED00252DED0101306B02ED0726  
:100A50006D088038EE00EF016E08F000CC24003401  
:100A6000281CF12C6A080C3A03193D2D063A03198B  
:100A7000452D023A03194B2D502DEF010130F000A6  
:100A8000CC240230EC008424562D0130EB000230DF  
:100A9000EC001E25562DEF011030F000CC24562D11  
:100AA0000130EF006A08F000CC24562D00346B08AA  
:100AB000F8016A0203185F2D6A08F7006B2DF70131  
:100AC0000830EC00EA0DF70D6B0877020318F70009  
:100AD000F80DEC0B622D003478086808EA006430E9  
:100AE000EB0057257708E80078083030031D7F2D8C  
:100AF000E91C862DE919862D691A2030822DE9110D  
:100B000069126914F8077808EA0030256808EA00D5  
:100B10000A30EB0057257708E80078083030031DCD  
:100B2000972DE9199B2D691C9B2D691A2030F80718

:100B30007808EA0030253030E8076808EA003025F8  
:100B40000034EF010F30F000CC248A110A124C2E31  
:100B5000831686017E308312860083160617831261  
:100B6000061BB52D0130F8001E2E831606168312C3  
:100B7000061ABD2D0230F8001E2E8316861483122D  
:100B80008618C52D0330F8001E2E83168601DE3030  
:100B900083128600831606178312061BD22D04309B  
:100BA000F8001E2E831606168312061ADA2D05305B  
:100BB000F8001E2E8316861483128618E22D063046  
:100BC000F8001E2E83168601F630831286008316E7  
:100BD00006178312061BEF2D0730F8001E2E831612  
:100BE00006168312061AF72D0830F8001E2E8316FB  
:100BF000861483128618FF2D0930F8001E2E8316E6  
:100C00008601FA3083128600831606178312061BAC  
:100C10000C2E1030F8001E2E831606168312061AAC  
:100C2000142E0030F8001E2E8316861483128618A8  
:100C30001C2E1130F8001E2EFF30F8000034E801A1  
:100C4000A825780F202E0230EC008424E80A6808DA  
:100C5000313C0318202E0034EF010C30F000CC247E  
:100C600000341030EC00F701FA01E90CE80C031C29  
:100C70003F2E6A08F7070318FA0A6B08FA07FA0CFE  
:100C8000F70CF90CF80CEC0B352E8A110A127C2E9D  
:100C9000E201E401E501A12D1F261330E7008830B1  
:100CA000E600FF30E8007322F8080319682E660892  
:100CB0000319E703E6030130EC00842466086704A7  
:100CC000031D672E2C260030F800F900A72E512EA8  
:100CD000A8257808E3001F266308113C0319A22EFB  
:100CE0006308093C031C9E2E6508E9006408E800BF  
:100CF000EB010A30EA00312E63087807E400790836  
:100D0000E5000318E50AE108031D8B2E6308E800DF  
:100D10001B30E9006C25610B972EE80168083D2027  
:100D200000380319972EE80AEA0030258E2EFF308E  
:100D3000E8007322F8080319972EE20A600862029D

:100D4000031C4D2E2C266408F8006508F9000034B9  
:100D50006008E8007322F8080319A82E1F26003443  
:100D6000E00160084320E00AF700EA003025103077  
:100D70006002031DB12E0A30EA0030250430E00085  
:100D80002030EA003025E00BC02E2F08E8000130AB  
:100D9000E9006C253A30EA0030253008E8000130DF  
:100DA000E9006C253A30EA0030253108E8000130CE  
:100DB000E9006C250530EB000230EC001E25023006  
:100DC000E000E10148267808B700E1012A30E000A0  
:100DD0003708E20063146208173C031CF82E053044  
:100DE0006007840083136118831762088000F92E5E  
:100DF0006310003063180130F8007818012F5F107D  
:100E0000022F5F140830EB000230EC001E25023088  
:100E1000E000E10148267808B800E1012A30E0004E  
:100E20003808E200631462083B3C031C272F06309D  
:100E300060078400831361188317620880000730FD  
:100E4000600784008313611883178001282F6310C3  
:100E5000003063180130F8007818302FDF10312F80  
:100E6000DF141130E000A8265F1C382FDF183A2F5E  
:100E70005F113B2F5F155F1D4A2FE001600858206E  
:100E8000E00AF700EA0030250F306002031D3E2F14  
:100E9000B101552FE00160086C20E00AF700EA007C  
:100EA00030250F306002031D4B2F0A30EA00302539  
:100EB0000430E0002030EA003025E00B5A2F2F08E4  
:100EC000E8000130E9006C253A30EA0030253008AE  
:100ED000E8000130E9006C253A30EA00302531089D  
:100EE000E8000130E9006C250430E000FA30EC0045  
:100EF0008424E00B762F00305F190130F8008A154A  
:100F00000A12522AE9010408E8006910831B6914D7  
:100F1000620EF038E400E407E23EE500323EE7000E  
:100F200062080F39E507E507E707E93EE600E6074F  
:100F3000E607610E0F39E607E707E60DE70DE7095B  
:100F4000E70D61080F39E707E40D0730E3000A30C9

:100F5000E707E603031CA82FE607E503031CAC2FF5  
:100F6000E507E403031CB02FE407E303031CB42FDD  
:100F70006330840083130730680568138407673083  
:100F80000402031968170008F700031DCF2F681B20  
:100F9000CF2F681AE12FE819CF2F2030D22FE81574  
:100FA00068123030F707E2010408E1006210831B89  
:100FB00062147708EA003025610884008313621800  
:100FC0008317840A681FBF2F0034A8257808DF0024  
:100FD0005F0FEB2FE52F1F265F08F8008A150A1216  
:020FE000262BBE  
:10100000E00160088A1180208A15E00AF700EA00F2  
:101010008A1130258A1510306002031D01280A301C  
:10102000EA008A1130258A150330E0002030EA00FA  
:101030008A1130258A15E00B16282D08E8000130AA  
:10104000E9008A116C258A152F30EA008A113025B3  
:101050008A152C08E8000130E9008A116C258A15F0  
:101060002F30EA008A1130258A15103084002B08B1  
:10107000E2002A08E1008A1182278A150430EB0079  
:101080000230EC008A111E258A150230E000E101D1  
:101090008A1148268A157808B500E1012A30E00057  
:1010A0003508E2006314E6016030E50002306507B0  
:1010B00084008313661883170008E800650884001D  
:1010C0008313661883170008E900680B68288028D6  
:1010D0006808033C031980286808053C0319802828  
:1010E0006808073C031980286808083C0319802811  
:1010F00068080A3C0319802868080C3C031D8328F3  
:101100001F30E70093286808023C031D91286908F6  
:101110000339031D8E281D30E70090281C30E7009E  
:1011200093281E30E7006708F8007808E400E2081A  
:101130000319A72862086402031CA728033060076C  
:10114000840083136118831762088000A828631045  
:10115000003063180130F8007818B0285F10B1280B  
:101160005F140730EB000230EC008A111E258A154F

:101170000230E000E1018A1148268A157808B4009F  
:10118000E1012A30E0003408E2006314E2080319A8  
:10119000D62862080C3C031CD62802306007840065  
:1011A00083136118831762088000D728631000300A  
:1011B00063180130F8007818DF28DF10E028DF140A  
:1011C0000A30EB000230EC008A111E258A1504302B  
:1011D000E000E1018A1148268A157908B3007808F1  
:1011E000B200E1012A30E0003308E3003208E200F7  
:1011F00064146308063C03181A29FF3A031D0429E6  
:101200006208D13C03181A296308083C031C1A29F8  
:10121000031D0E296208333C031C1A296008840050  
:10122000831361188317840A6308800084036208AB  
:1012300080001B296410003064180130F800781811  
:1012400023295F1124295F151130E0008A11A82697  
:101250008A155F1D2F29DF1C2F295F183129DF1107  
:101260003229DF15DF1D4429E00160088A1195202D  
:101270008A15E00AF700EA008A1130258A150F3036  
:101280006002031D35295329E00160088A11A92055  
:101290008A15E00AF700EA008A1130258A150F3016  
:1012A0006002031D45290A30EA008A1130258A159B  
:1012B0000330E0002030EA008A1130258A15E00B67  
:1012C0005A292D08E8000130E9008A116C258A1599  
:1012D0002F30EA008A1130258A152C08E8000130E9  
:1012E000E9008A116C258A152F30EA008A11302511  
:1012F0008A15103084002B08E2002A08E1008A11C8  
:1013000082278A150430E000FA30EC008A11842428  
:101310008A15E00B84290030DF190130F8008A15A6  
:101320000A12542A8E30F7006008F8005F08F900AE  
:10133000FA01F808031DA6297908F800F901083018  
:10134000F702F808031DA629F701AE290310F81BC0  
:10135000AD29F90DF80DF703A629F813003460083C  
:10136000E7006408E706E71FBA2903110310E01B32  
:101370000314ED296008E7006308E8005F08E8024D

:101380000319C829E71FED290308013A8300ED2955  
:101390006408E8006008E8020319D429E71FED2972  
:1013A0000308013A8300ED296508E8006108E802B6  
:1013B0000319E029E71FED290308013A8300ED290D  
:1013C0006608E8006208E8020319EC29E71FED2926  
:1013D0000308013A8300ED2903100034DF015F08A0  
:1013E000633C031C0F2A831609118312091502306E  
:1013F000E000E030EB008A1164228A15E00BF92945  
:1014000083160911831209110230E000E030EB006D  
:101410008A1164228A15E00B062ADF0AEF298A1551  
:101420000A12782C840183131F30830583161F143E  
:101430009F141F159F1107309C0083122810A810BD  
:101440002811FF30CE004F14A53090008F018E017F  
:1014500083160C14C03083128B048A11CD298A158F  
:101460008A11FC298A154F1C792CDF018A11092267  
:101470008A157908D1007808D0001130E8008A1167  
:1014800073228A15F80803194E2A1030E8008A11D1  
:1014900073228A15F80803194E2ACF10CF18562A3E  
:1014A0008A11B02E8A150028CF144E2ACF195D2A32  
:1014B0005108DA005008D900CF15CF1D642A510811  
:1014C000D8005008D700CF1159085702F700580824  
:1014D000FA005A08031C5A0FFA027708DF007A084C  
:1014E000E00092217A08DE007908DD007808DC004F  
:1014F0007708DB00D108031D832A5008D23C031C67  
:10150000832A4F19982AE201E1012030E00082305D  
:10151000DF005E08E6005D08E5005C08E4005B08AB  
:10152000E300AF210318962A031D0D2B4F1D0D2B31  
:101530004E104E0883168700831207140430DF0014  
:10154000FA30EC008A1184248A15DF0BA02ADF010F  
:101550008A1109228A157908D1007808D00051082B  
:10156000DA005008D9000430DF00FA30EC008A11AC  
:1015700084248A15DF0BB52ADF018A1109228A1516  
:101580007908D1007808D0005108D8005008D70059

:1015900059085702F7005808FA005A08031C5A0F56  
:1015A000FA027708DF007A08E00092217A08DE006C  
:1015B0007908DD007808DC007708DB004E104E0863  
:1015C0008316870083120710DF018A1109228A150A  
:1015D0007908D1007808D000D108031DF32A5008FB  
:1015E000D23C0318062BE201E1012030E0008230FA  
:1015F000DF005E08E6005D08E5005C08E4005B08CB  
:10160000E300AF210318062B031D0D2BCE104E084F  
:1016100083168700831287104F111130E8008A115A  
:1016200073228A15F8080319652CDF015F088A11F7  
:10163000D3208A15DF0AF700EA008A1130258A15BF  
:1016400022305F02031D162B8A11E52F8A157808B8  
:10165000D2005208013A0319342B033A0319B12B73  
:10166000013A0319B92B652CCE104E08831687005A  
:10167000831287144E104E088316870083120714B6  
:101680000430DF00FA30EC008A1184248A15DF0B65  
:10169000422BDF018A1109228A157908D1007808C6  
:1016A000D0005108DA005008D9000430DF00FA30C9  
:1016B000EC008A1184248A15DF0B572BDF018A1175  
:1016C00009228A157908D1007808D0005108D8007D  
:1016D0005008D70059085702F7005808FA005A086E  
:1016E000031C5A0FFA027708DF007A08E000922103  
:1016F0007A08DE007908DD007808DC007708DB0076  
:101700004E104E088316870083120710DF018A11DE  
:1017100009228A157908D1007808D000D108031D64  
:10172000952B5008D23C0318A82BE201E101203090  
:10173000E0008230DF005E08E6005D08E5005C083E  
:10174000E4005B08E300AF210318A82B031DAF2BB7  
:10175000CE104E088316870083128710B02B4F15CA  
:10176000652C4F11CE104E08831687008312871008  
:10177000652CDF015F088A11FA208A15DF0AF7005D  
:10178000EA008A1130258A1511305F02031DBA2B39  
:101790000A30EA008A1130258A150630DF00203031



:1017A000EA008A1130258A15DF0BCF2B5308E80099  
:1017B0000130E9008A116C258A153A30EA008A1155  
:1017C00030258A155408E8000130E9008A116C259B  
:1017D0008A150730EB000230EC008A111E258A15AD  
:1017E0000230E000E1018A1148268A157808D50008  
:1017F0000A30EB000230EC008A111E258A150230F7  
:10180000E000E1018A1148268A157808D6001130D7  
:10181000E0008A11A8268A158A112C268A155508F7  
:10182000173C031C2B2C56083B3C031C2B2CDF01C4  
:101830005F088A1114218A15DF0AF700EA008A116D  
:1018400030258A150F305F02031D182C5508D30070  
:101850005608D4003A2CDF015F088A11BD208A1592  
:10186000DF0AF700EA008A1130258A1511305F027D  
:10187000031D2C2C0A30EA008A1130258A15063007  
:10188000DF002030EA008A1130258A15DF0B412C59  
:101890005308E8000130E9008A116C258A153A30B6  
:1018A000EA008A1130258A155408E8000130E90061  
:1018B0008A116C258A150430DF00FA30EC008A1199  
:1018C00084248A15DF0B5D2C652C53082F02031D21  
:1018D000782C54083002031D782CB108031D782C95  
:1018E0004F11CE104E088316870083128710EE2901  
:0418F000332A630034  
:02400E00323F3F  
:00000001FF  
;PIC16F877A

## 5 CONCLUSÕES

O processo culinário é algo que necessita de calma, paciência e noção de tempo, para o preparo de alimentos sempre é necessário gastar parte do tempo no cuidado do preparo deles, pensando assim a dupla desenvolveu um trabalho para permitir múltiplas tarefas neste processo. Um fogão que se auto-controla não necessitando a interação pessoal intensa como no processo de preparo comum. A única necessidade de interação com o processo é inicial, quando setamos um tempo de preparo e ajustamos a temperatura do fogo, após isso o processo é totalmente automatizado, permitindo até mesmo a pessoa se ausentar do local, mesmo que ocorra algum imprevisto como, desligamento acidental ou falta de gás no botijão a valvula de gás automaticamente bloqueia a passagem de gás assim evitando acidentes.

Sistemas como o desenvolvido não podem ser usados somente em fogões, eles podem ser usados em variados outros utensílios, como, caldeiras, sistemas de chama piloto para aquecimento de água residencial (industrial, ETC...) e outros assemelhados. Esta seria de grande vantagem para indústrias que utilizam caldeiras e assemelhados, na cozinha tem a grande vantagem de prevenção contra vazamento de gás, se o usuário necessita sair, mas quer deixar algo sendo preparado no fogão, poderá fazê-lo sem riscos, poderá determinar o tempo que necessita para preparar o que se necessita. Uma desvantagem do projeto, toda comida a ser preparada será necessário que seja digitado o tempo para ser preparada esta comida.

O trabalho não foi concluído exatamente como o esperado inicialmente, onde pensávamos em controlar todas as bocas disponíveis no fogão. A dificuldade foi de não conseguir dois componentes de cada equipamento de controle de chama e dois equipamentos para o controle de gás. Mas mesmo assim foi possível controlar a chama do fogão com o microcontrolador, além de controlar o tempo que esta ficará acesa.

Tanto o hardware como a mecânica do trabalho tiveram seus inícios muito tardiamente, se o trabalho fosse feito uma prioridade seria o tempo para realizar a mecânica e as demais tarefas determinadas, mas o atraso não atrapalhou muito o desenvolvimento total do trabalho. Se fosse feito seria repetida a forma como foi feita o firmware, o tempo necessário e determinado da monografia também e os testes nos circuitos.

A maior dificuldade que foi encontrada na realização do projeto foi o calculo da derivada do termopar, que foi desenvolvida no firmware.

Implementações possíveis para o projeto seriam:

Controle de um maior numero de bocas para o fogão, um sistema de tempos pré-programados não havendo assim a necessidade de teclar todo o tempo desejado na determinação do tempo, um melhor sistema de detecção da falta de chama nas saídas de gás.

Melhorias a serem feitas são controle de duas ou mais bocas do fogão, determinação do tempo que o fogo ficará aceso para essas bocas alem. Controlar a intensidade do fogo desejada pelo usuario para realizar o que lhe é necessário.

Também fazer modificações para aplicações em caldeiras, por exemplo, para determinar quanto tempo esta ficará ligada e etc.

## REFERÊNCIAS

- GLP e seus cuidados, **AUTOMIND**. Disponível em:  
<<http://www.automind.com.br/>> Acesso em 1/09/2009.
- Art Of Assembly, **ALDEIA NUMABOA**. Disponível em:  
<<http://www.numaboa.com/>> Acesso em 8/10/2009.
- Corteletti, D; Informações CuscoPIC, **Portal CuscoPIC**. Disponível em:  
<<http://www.mecatronica.org.br/>> Acesso em 1/12/2009.
- MPLAB, **Mikroe**. Disponível em:  
<<http://www.mikroe.com/pt/product/books/picbook/capitulo5.htm>> Acesso em 10/12/2009.
- Temperaturas e termopares, **ECIL**. Disponível em:  
<<http://www.ecil.com.br/pt/ti/home.asp>> Acesso em 12/12/2009
- Gerência de Atendimento ao Cliente;Centro de Computação, Introdução a linguagem C, **UNICAMP**. Disponível em: <<ftp://ftp.unicamp.br>> Acesso em 28/11/2009.
- GLP-Gás Liquefeito de Petróleo, **BOMBEIROS EMERGENCIA**. Disponível em: <<http://www.bombeirosemergencia.com.br>> acesso em 15/09/2009.

