

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL**

**ANDRÉ ANTONIO GOUVEIA
GUILHERME MARTINS LOPES**

AUTOMATIZAÇÃO DE UMA MÁQUINA DE VAZÃO DE LÍQUIDOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CURITIBA
2012**

**ANDRÉ ANTONIO GOUVEIA
GUILHERME MARTINS LOPES**

AUTOMATIZAÇÃO DE UMA MÁQUINA DE VAZÃO DE LÍQUIDOS

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado à Disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial dos Departamentos de Eletrônica e Mecânica (DAELN/DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Me. Ivo Remuszka

**CURITIBA
2012**

ANDRÉ ANTONIO GOUVEIA
GUILHERME MARTINS LOPES

AUTOMATIZAÇÃO DE UMA MÁQUINA DE VAZÃO DE LÍQUIDOS

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 19 de novembro de 2012, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Os alunos foram arguídos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Milton Luiz Polli
Coordenador de Curso
Departamento Acadêmico de Mecânica

Prof. Décio Estevão do Nascimento
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. Rubens Alexandre de Faria

Prof. Me. Ivo Remuszka
(Orientador)

Prof. Zely da Conceição

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso

DEDICATÓRIA

A Deus em primeiro lugar, porque sem ele nada é possível, e a nossos familiares que sempre deram forças e nos incentivaram em nossas iniciativas profissionais e pessoais.

AGRADECIMENTOS

Embora este Trabalho de Conclusão de Curso tenha finalidade acadêmica, várias pessoas participaram deste processo, e não poderiam ficar anônimas. Por essa razão, queremos expressar nossos sinceros agradecimentos:

Agradecemos o professor Ivo Remuska por se prontificar a ser nosso orientador e sempre estar disposto a nos ajudar em todas as dificuldades que encontramos no decorrer do projeto.

Eu, André Antonio Gouveia, agradeço à Luciane Regina Santos Gouveia, Benedito Roberto Gouveia e Juliane Aparecida Gouveia, meus pais e irmã, que sempre estiveram ao meu lado durante os momentos difíceis e de felicidades encontrados no período da universidade. Agradeço também à Lisianne Fernandes Trevisani, um dos meus pilares, alguém que sempre pude contar para a finalização deste trabalho de conclusão de curso.

Eu, Guilherme Martins Lopes, gostaria também de agradecer, Antonio Aparecido Lopes, Adelirian Martins Lara Lopes, Nathalia Martins Lopes e Alexandre Martins Lopes, minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer este desafio. Eles que sempre me apoiaram e incentivaram minhas decisões e atitudes, elas felizes ou infelizes, fáceis e difíceis. Agradeço também à Barbara Rodrigues Caetano Barbosa, uma pessoa muito importante que esteve ao meu lado sempre para a finalização deste trabalho.

Agradecemos à todos os professores que tivemos a honra de sermos seus alunos e também, a todos os nossos amigos que conhecemos na universidade e temos o prazer de mantermos a amizade e contato, amigos quais participaram da inauguração de nossa máquina.

Enquanto a cor da pele for mais importante que o brilho dos olhos,
ainda haverá guerra (MARLEY, 2010).

RESUMO

GOUVEIA, André Antonio. LOPES, Guilherme Martins. Automatização de uma máquina de vazão de líquidos. 2012. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial) – Departamentos Acadêmicos de Eletrônica (DAELN) e Mecânica (DAMEC), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

A regulação e o controle automático de sistemas industriais desempenham um papel de vital importância no desenvolvimento da ciência e da engenharia. Atualmente, a globalização e a forte concorrência aumentaram a importância da automação para a modernização dos processos industriais. Máquinas de autosserviço (vending machines), ou ainda autoatendimento, tem alcançado cada vez mais espaço no mercado mundial, pois são criadas para serem práticas e fáceis de usar. Este trabalho de conclusão de curso relata a automatização de uma máquina de vazão de líquidos. Mostra todos componentes eletrônicos e mecânicos inseridos em uma choppeira manual, para que o líquido seja servido automaticamente. Apresenta elementos de programação de microcontroladores e controle de vazão de líquidos, como atuação em uma bomba de água. Traz os circuitos elétricos utilizados e também o código fonte do programa gravado no microcontrolador AT89S52. Além da explicação sobre como foi realizado esta automatização, este trabalho traz a explicação teórica do funcionamento dos equipamentos utilizados.

Palavras-chave: *Vending Machines*. Choppeira. Microcontroladores. Vazão de Líquidos. Bomba de água.

ABSTRACT

GOUVEIA, André Antonio. LOPES, Guilherme Martins. Automating a machine flow of fluids. 2012. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial) – Departamentos Acadêmicos de Eletrônica (DAELN) e Mecânica (DAMEC), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

The regulation and automatic control of industrial systems represent an essential matter on science development and engineering. Nowadays globalization and the strong competition had risen the importance of automation for the modernization of industrial processes. Vending machines, or yet self-services, have reached more and more space on global market throughout the years, by developing easy using practices. The present final graduation project reports the automation of a liquid flow machine, showing all the electronic and mechanic components inserted in a beer cooler, for the liquid to be served automatically. It presents elements of microcontrollers programming with liquid flow monitoring and controlling, acting in a water pump. It also brings the electric circuits layouts and the source code implemented on the AT89S52 microcontroller. Besides the explanation of how the automation is done, the present work also exposes the theoretical approach to the functioning of the used equipment.

Keywords: Vending Machines. Chopp Machine. Microcontrollers. Fluid Flow. Water Pump.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Máquina de Servir Chopp Manual.....	15
Figura 2 - Bomba de água utilizada em carros.....	20
Figura 3 - AT89S52	21
Figura 4 - Microcontrolador AT89S52.....	22
Figura 5 - Software Solid Edge.....	24
Figura 6 - Válvula solenoide aberta e fechada respectivamente	25
Figura 7 - Válvula solenoide com vista de corte	26
Figura 8 - Bomba de Água	28
Figura 9 - Esquemático da Máquina.....	28
Figura 10 - Gravador USB para AT89S52.....	29
Figura 12 - Pinnacle 52	30
Figura 11 - Gravador no protoboard.....	30
Figura 13 - PROGISP USB	31
Figura 14 - Placas eletrônicas	31
Figura 16 - Máquina Pronta.....	32
Figura 15 - Botoeiras e Válvula solenoide	32

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

C.I. – Circuito Integrado

CAD – Computer-aided design (desenho auxiliado por computador)

3D – Três dimensões

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	PROBLEMA	15
3	JUSTIFICATIVA	17
4	OBJETIVOS	19
4.1	Objetivo Geral	19
4.2	Objetivos Específicos.....	19
4.3	Procedimentos Metodológicos.....	19
5	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
5.1	Bomba de Água	20
5.2	Microcontrolador AT89S52	21
5.3	Linguagem de Programação Assembly.....	22
5.4	Software Solid Edge	23
5.5	Válvulas Solenoides.....	24
6	DESENVOLVIMENTO	27
9	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	35
	APÊNDICE A – PROGRAMA DO MICROCONTROLADOR	37
	APÊNDICE A – PROGRAMA DO MICROCONTROLADOR (cont.)	38
	APÊNDICE B – CIRCUITO ELETRÔNICO AT89S52	39
	APÊNDICE C – CIRCUITO ELETRÔNICO ESTEIRA	40

1 INTRODUÇÃO

O homem, desde a idade antiga, vem utilizando sua criatividade para desenvolver instrumentos capazes de reduzir seus esforços físicos em atividades manuais. A descoberta do fogo, a invenção da roda, o moinho de vento e rodas d'água são exemplos disso. O surgimento da indústria e a elevada demanda de produtos que o seguiu, exigiu um aumento muito rápido na produtividade de bens, levando à necessidade de se desenvolver máquinas cada vez mais modernas, rápidas e precisas. Além disso, a possibilidade de comercialização de eletricidade também contribuiu para um significativo avanço das indústrias. Com isso, no século XX, desenvolveu-se fortemente a tecnologia da automação (MUNDO ADMIRÁVEL, 2012).

Segundo Cruvinel (2000), o panorama mundial aponta claramente para um futuro em que até as mínimas atividades dependerão inevitavelmente da automação. A automação contribui de forma preponderante para gerar sustentabilidade no processo produtivo e também para fomentar o desenvolvimento econômico e social. A aplicação da automação é ampla e permite um potencial de contribuição em várias áreas.

A palavra automação, vinda do latim *Automatus*, significa mover-se por si, e consiste em qualquer sistema ou processo nos quais o controle e atuação de mecanismos são realizados sem a interferência do homem, uma vez que verificam seu próprio funcionamento automaticamente, efetuam-se medições e introduzem correções no processo. Com a automação dos equipamentos e máquinas, tem-se mais independência, aperfeiçoa-se o trabalho e aumenta a segurança em todo processo (SENAI AUTOMAÇÃO, 2012).

As tecnologias predominantes nos dias atuais são basicamente duas: a eletrônica cujos ramos imediatos são a informática e as telecomunicações; e a mecânica com seus ramos imediatos, que são a pneumática e a hidráulica. A partir da fusão dessas tecnologias, se utiliza o termo Mecatrônica, que mostra a união íntima que resulta na maioria dos equipamentos modernos que utilizamos. Essa combinação tem possibilitado a simplificação dos sistemas mecânicos, a redução de custos e de tempo de desenvolvimento e a obtenção

de produtos com elevado grau de flexibilidade e capacidade de adaptação a diferentes condições de operação (ROSÁRIO, 2009).

A automação está fortemente presente em todos os tipos de fábricas, como papel, plásticos, pneus, lixas, etc. Uma de suas responsabilidades é o controle do processo, ou seja, todo o conjunto de sensores, atuadores e controladores, trabalhando juntos em malha fechada, ou aberta, realizam este trabalho. Ela ainda está presente na interface homem-máquina, como as telas de operação e controle presentes nas fábricas. Todo desenho de tela, programação e comunicação dos equipamentos podem ser realizadas por um profissional da área de automação.

Atualmente, a globalização e a forte concorrência aumentaram a importância da automação para a modernização dos processos industriais. A regulação e o controle automático de sistemas industriais desempenham um papel de vital importância no desenvolvimento da ciência e da engenharia. A automação vem cada vez mais interagindo com o homem, tendo como exemplo as máquinas de autoatendimento.

O inventor matemático Heron de Alexandria, desenvolveu no ano de 215 a.C. um aparelho mecânico acionado por moedas destinado a automatizar o processo de obtenção do que equivaleria à nossa água benta. Estava criado o conceito vending machine. Seu funcionamento era simples e engenhoso. O peso da moeda movimentava uma pequena alavanca, abrindo uma válvula e permitindo a saída da água. A seguir, a moeda mergulhava no interior do vaso e a válvula retornava à sua posição original, interrompendo o fluxo (ABVA, 2012).

Máquinas de autosserviço, ou ainda autoatendimento, tem alcançado cada vez mais espaço no mercado mundial, pois são criadas para serem práticas e fáceis de serem usadas. Estes equipamentos têm colocando à disposição do público diversos produtos como refrigerantes, cafés, doces e muitas outras conveniências, como barras de cereais e até bananas. Outra vantagem é que estão disponíveis para o uso vinte e quatro horas por dia (GIRABALA, 2012).

As oportunidades de negócios têm aumentado significativamente com o uso das *vending machines*. O potencial de crescimento para estabelecimento onde ela é instalada é ampliado, principalmente porque elas são um canal

direto de distribuição e vendas de produtos. Entre outras vantagens, elas agregam agilidade, higiene e conveniência, acrescentando valor ao estabelecimento que as têm (GIRABALA, 2012).

O presente projeto tem como objetivo implementar um sistema automático de uma máquina de vazão de líquidos. Esta máquina originalmente possuía um funcionamento manual através de pressão de ar, que é gerada por um diafragma quando pressionado várias vezes. Assim foi decidido desenvolver um sistema de automatização para a referida máquina.

2 PROBLEMA

Esse projeto propõe e implementa um sistema de automação e controle, em equipamento utilizado de forma generalizada e universal nas mais diversas áreas. O uso da automação e controle ocorre a partir da utilização da eletrônica embarcada e viabiliza a aplicação localizada de insumos em quantidades variáveis e em tempos específicos, otimizando custos de produção e insumos, colaborando para facilitar e agilizar o dia a dia.

A máquina reguladora de líquidos que foi utilizada neste projeto funcionava manualmente, sendo preciso pressionar o diafragma repetidas vezes na parte superior do equipamento, para gerar uma determinada pressão de ar, a qual empurrava o líquido até a torneira. A figura 1 mostra como era originalmente a máquina.



Figura 1 - Máquina de Servir Chopp Manual
Fonte: Autoria própria.

A ideia de automatizar a máquina reguladora de líquidos em questão foi de eliminar todo o processo manual, em que usuário sofria o esforço físico para se servir e eliminar também, a necessidade de abertura e fechamento da torneira, a qual liberava ou continha o líquido. Com esta automatização, o usuário deve apenas se preocupar em escolher a quantidade de líquido desejada e pressionar um botão para ser servido.

A problemática, nesta automatização, foi eliminar toda a parte mecânica de acionamento manual, inserir componentes eletromecânicos e eletrônicos

para conduzir o líquido até a torneira, onde foi preciso inserir um equipamento que substituísse o esforço do usuário. Implementar um circuito eletrônico para controlar a quantidade de líquido a ser entregue ao cliente, e ainda, adaptar a máquina para receber estes novos dispositivos.

Neste contexto, para a realização deste projeto foi desenvolvido os circuitos eletrônicos de controle do fluxo e acionamento de válvula e bomba, além do projeto do suporte mecânico para abrigar o reservatório de líquidos e todos os demais componentes a serem inseridos com o objetivo de funcionamento da máquina.

3 JUSTIFICATIVA

Assim como qualquer outra automatização que procura agilizar e facilitar o funcionamento de alguns equipamentos e melhorar a interação com o homem, esta proposta também possui o intuito de facilitar e agilizar o funcionamento e manuseio da máquina reguladora de líquidos aqui abordada.

A ideia de automatizar esta máquina surgiu em uma situação de reunião entre amigos, onde era necessário o revezamento entre quem iria realizar a operação de gerar pressão na máquina através do diafragma manual, para que os colegas pudessem se servir. Como se perdia em torno de 3 minutos para realizar este trabalho, onde quem era designado a realizá-lo saía do jogo de cartas, perdia parte do jogo de futebol, ou ainda precisava parar a conversa no meio, surgiu a ideia de melhorar este sistema, automatizando-o.

No início seria de apenas retirar o esforço e perda de tempo com o diafragma manual, depois, foi levado a sério a automatização da máquina, inserindo botões dedicados para a escolha da quantidade de líquido que fosse desejada.

Depois de automatizado, o equipamento poderá ser utilizado em vários ambientes como bares, restaurantes, reuniões com amigos, festas e churrascos. A máquina poderá ser abastecida com água, refrigerantes, sucos e cervejas, contendo ainda um pequeno tanque com espaço suficiente para colocar gelo, o qual fará a refrigeração do líquido que passa pela serpentina localizada neste tanque. Neste contexto, é interessante comentar que esta máquina originalmente é feita de alumínio, o qual reveste uma camada de isopor, material isolante térmico, que faz com que se mantenha a temperatura do líquido por um tempo maior.

Contudo, a automatização deste sistema é uma grande melhoria para o usuário, pois não é mais preciso gastar um tempo pressionando o diafragma da máquina, a fim de gerar pressão no reservatório do líquido a cada três copos servidos, além da comodidade de apenas ligar a máquina na rede elétrica e selecionar qual a quantidade de líquido desejada através de um botão dedicado, sendo então servida a quantidade exata pedida.

Para os desenvolvedores deste projeto foi de grande valia o estudo dos equipamentos e temas abordados, colocado em prática assim, a teoria adquirida nas aulas, livros e internet, em cima do trabalho de automatização desta máquina, que envolveu toda a parte mecânica de montagem da plataforma do reservatório de líquidos, parte eletrônica de acionamento de bomba e válvula solenoide, contendo também o controle de vazão do líquido na parte de programação de um microcontrolador, e ainda, toda integração de entre estas partes do projeto e documentação.

Para atingir os objetivos gerais e específicos do projeto foi definido um estudo de um sistema existente, onde as atividades do projeto contribuíram para gerar sistemas de automação padrões, propondo o incremento de funções mais nobres e especializadas e integrando-as.

É importante ressaltar que fica em aberto ainda, a ideia de inserir um sistema de reconhecimento de cédulas, onde a máquina já foi projetada com a possibilidade de receber este *upgrade*.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Automatizar uma máquina reguladora de líquidos, eliminando todo o processo manual onde usuário necessita pressionar o diafragma repetidas vezes para gerar pressão dentro do reservatório de líquidos, resultando na eliminação da necessidade de abertura e fechamento da torneira para o mesmo se servir.

4.2 Objetivos Específicos

- 1) Levantar trabalhos similares já realizados.
- 2) Implementar um circuito eletrônico para bombear o líquido até a torneira.
- 3) Implementar um circuito eletrônico para abertura e fechamento da torneira.
- 4) Implementar um circuito eletrônico de controle de vazão do líquido.
- 5) Estudar alimentação elétrica para a integração de todos os circuitos eletrônicos.
- 6) Projetar um suporte para a máquina e os novos componentes a serem inseridos.
- 7) Enviar desenho de fabricação e chapas cortadas para empresa terceirizada.
- 8) Eliminar o diafragma manual.
- 9) Inserir os novos componentes.
- 10) Integração dos componentes mecânicos e eletrônicos.

4.3 Procedimentos Metodológicos

Neste projeto foi adotada como procedimento metodológico a pesquisa bibliográfica, buscando informações e contribuições sobre o tema. A informática e remissiva. Publicações de periódicos (jornais e revistas), além de material disponível na *Web*. Neste tópico serão dados mais detalhes de como foi realizado a automatização da máquina reguladora de líquidos.

5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 Bomba de Água

A bomba de água nada mais é que um sistema onde há a transformação de energia elétrica (giro de um motor) em energia mecânica, a qual possibilita o deslocamento de um líquido de um ponto a outro, deslocamento esse que pode ser feito, inclusive, em desnível. As bombas de uma maneira geral apresentam como características principais (NOGUEIRA, 2005).

a) Resistência: estruturalmente adequadas para resistir aos esforços provenientes da operação (pressão, erosão, mecânicos).

b) Facilidade de operação: adaptáveis as mais usuais fontes de energia e que apresentem manutenção simplificada.

c) Alto rendimento: transformem a energia com o mínimo de perdas.

d) Economia: custos de aquisição e operação compatíveis com as condições de mercado.

A figura 2 mostra uma bomba utilizada em carros para limpeza de para-brisas.



Figura 2 - Bomba de água utilizada em carros
Fonte: Nogueira (2005).

5.2 Microcontrolador AT89S52

O microcontrolador AT89S52, também chamado de “microcomputador-de-um-só-chip”, além de possuir uma enorme versatilidade de *hardware* e *software* reúne num só *chip* vários elementos que, nos sistemas baseados em microprocessadores, eram desempenhados por *chips* independentes, como memória RAM e ROM, temporizadores, contadores de eventos, canal de comunicação serial, portas de *I/O* (entrada/saída), etc (SILVA JÚNIOR, 1994).

O AT89S52 é um microcontrolador com um *clock* típico de 12 MHz, e suas características de *hardware* e *software* permitem usá-lo como um poderoso controlador, sobretudo em sistemas para lógica seqüencial e combinatória. Pode trabalhar com até 64 *Kbytes* de memória de programa e mais 64 *Kbytes* de memória de dados isoladamente, além da sua memória RAM interna (NEWTON, 2002).

Segundo Zelenovsky e Mendonça (2005), este microcontrolador possui ainda quatro portas de *I/O* (entrada/saída) de 8 *bits* cada uma, *bits* estes individualmente endereçáveis (caso a memória de programa externa seja utilizada, duas destas portas ficarão comprometidas), interrupção, dois temporizadores/contadores de 16 *bits*, oscilador de *clock* interno, bastando um cristal de freqüência e dois capacitores e, também um canal de comunicação serial, que permite a expansão de *I/O*. A Figura 3 mostra o C.I. AT89S52.

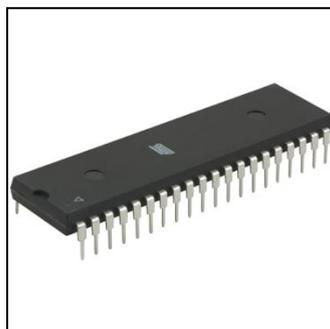


Figura 3 - AT89S52
Fonte: Silva Júnior (1994).

Suas facilidades de *software* permitem a execução de operações aritméticas e lógicas (multiplicação, divisão, permuta e deslocamento de *bits*), trabalhar com banco de registradores nominais e inclusive trabalhar com 128 *bits* individualmente endereçáveis na memória RAM (SILVA JÚNIOR, 1994).

A figura 4 mostra como é a pinagem do microcontrolador AT89S52 da ATMEL.

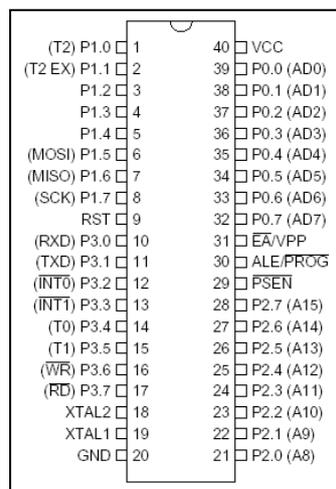


Figura 4 - Microcontrolador AT89S52
Fonte: Silva Júnior (1994).

5.3 Linguagem de Programação Assembly

Um único microprocessador possui mais de trinta milhões de transistores com tamanho de 0.13 micron, podendo ultrapassar a frequência de trabalho de 1GHz, mas mesmo assim os computadores ainda são incapazes de tomar alguma decisão sozinhos, eles precisam ser orientados, ou seja, programados (GUIA DO HARDWARE, 2001).

Para programar um microprocessador ou microcontrolador, precisa-se de uma comunicação entre o homem e o C.I., ou seja, que o processador entenda o que o homem quer que ele faça. Assim como os homens se comunicam através de uma língua, seja ela inglesa, francesa ou portuguesa,

com o microcontrolador também existem várias linguagens de programação, como Linguagem em C, Visual Basic, Delphi, Assembly, etc.

Em qualquer uma das linguagens de programação, o programador precisa utilizar um editor para escrever seu programa, chamado código fonte, respeitando as regras da linguagem escolhida para cada microcontrolador. Após um programa ser implementado, ele precisa ser compilado, ou seja, o *software* compilador interpreta os comandos incluídos no programa e os transforma, ou melhor dizendo, traduz estes códigos em números binários, números esses entendidos pelo processador (GUIA DO HARDWARE, 2001).

Segundo Morimoto (2007), a linguagem de programação em *Assembly* foi uma das primeiras linguagens de programação da história, que surgiu na década de 50, quando os computadores ainda usavam válvulas. A linguagem em *assembly* usa um comando em substituição a cada instrução de máquina. A lógica é de usar comandos amigáveis ao invés de endereços binários.

Devido a uma maior familiarização desta linguagem e outros trabalhos já realizados, o microcontrolador AT89S52 foi programado em *Assembly*, utilizando o *software Pinnacle* para se escrever e compilar o código fonte.

5.4 Software Solid Edge

O *software* Solid Edge é um software CAD (computer-aided design), com recurso de modelagem sólida 3D (três dimensões). Além de modelagem, é possível realizar montagem das peças e ainda simulações de movimentos (SOLID EDGE, 2008).

Este software pertence ao grupo SIEMENS e é pago, ou seja, necessita de uma licença para que se possa ser usado, porém há algumas versões acadêmicas e gratuitas, as quais podem ser usadas com intuito não comercial (SOLID EDGE, 2008).

A figura 5 mostra um modelo de peça criada neste *software*.

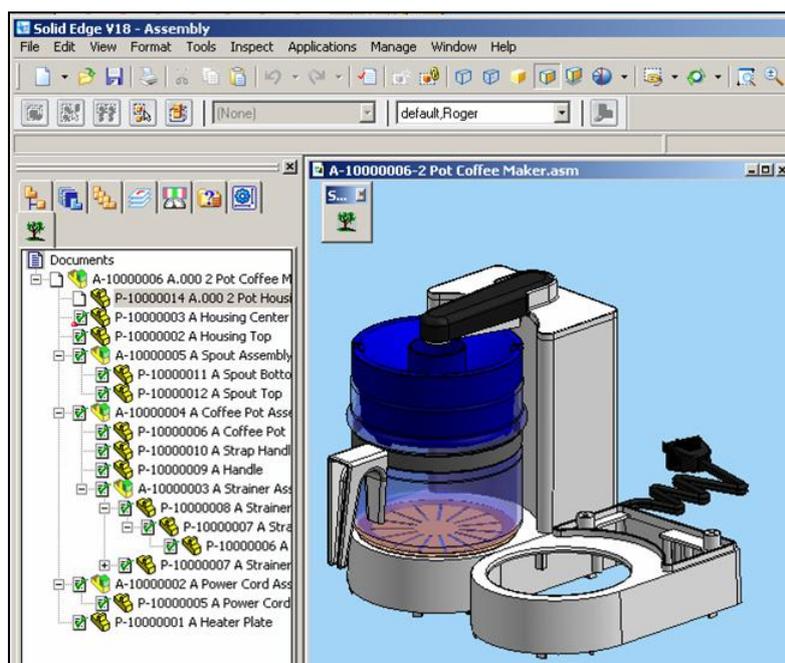


Figura 5 - Software Solid Edge
Fonte: Solid Edge (2008).

5.5 Válvulas Solenoides

A válvula solenoide, ou eletroválvula como também é conhecida, necessita de uma corrente elétrica para deslocar um pino e realizar a tarefa de abertura ou bloqueio da passagem de um fluido. Ela possui duas partes principais, o solenoide e a válvula. O solenoide é controlado pela corrente elétrica através de uma bobina que é formada por um fio enrolado ao redor de uma superfície cilíndrica, quando a corrente elétrica passa por este fio, tem-se uma força eletromagnética no centro da bobina solenoide, que faz com que o êmbolo da válvula seja acionado, energia elétrica convertida em energia mecânica, que por sua vez, abre ou fecha a válvula mecânica (VÁLVULA SOLENOIDE, 2012).

Outra parte que compõe a válvula é o corpo, o qual possui um dispositivo que permite a passagem ou não do fluido. Quando a haste do corpo é acionada pela força da bobina que atua na forma de um eletroímã, a força faz com que o pino seja puxado para o centro da bobina, permitindo assim a passagem do fluido. Já o processo de fechamento da válvula solenoide ocorre

quando a bobina perde energia, a força da mola instalada no corpo da válvula faz com que o pino volte a bloquear a passagem do fluxo do fluido através da válvula (VÁLVULA SOLENOIDE, 2012).

A figura 6 mostra uma válvula solenoide aberta e fechada.

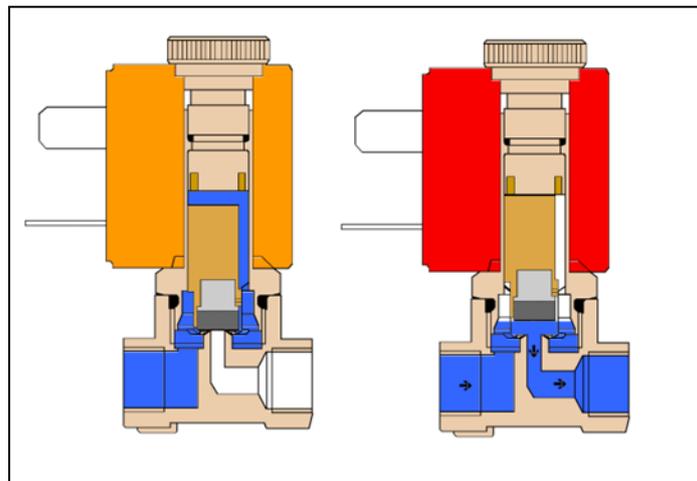


Figura 6 - Válvula solenoide aberta e fechada respectivamente
Fonte: Válvula solenoide (2012).

As válvulas solenoides podem ser classificadas quanto ao seu tipo de ação, que podem ser ação direta ou indireta, determinadas pelo tipo de operação. Para baixas capacidades e pequenos orifícios de passagem de fluido, devem ser usadas às válvulas de ação direta. Já a válvula solenoide de ação indireta, que é controlada por piloto, é utilizada em sistemas de grande porte que elimina a necessidade de bobinas e pinos maiores (ACQUATICOS, 2010).

A figura 7 mostra detalhadamente outro tipo de válvula solenoide com vista de corte.

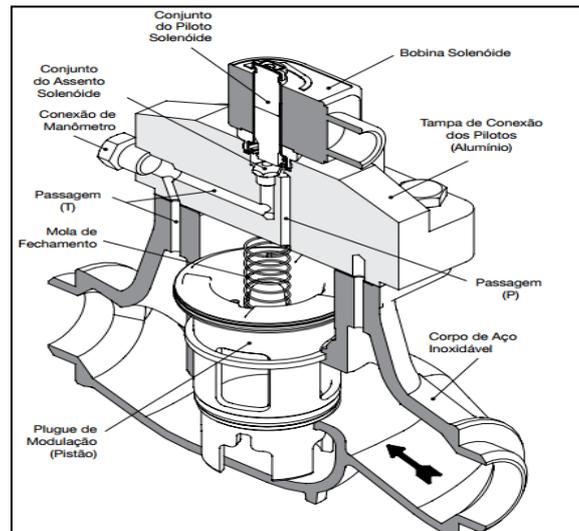


Figura 7 - Válvula solenoide com vista de corte
Fonte: Acquaticos (2010).

Neste projeto, para substituir a abertura e fechamento manual da torneira, será utilizada uma válvula solenoide 2 (duas) vias normalmente fechada, isto é, quando desenergizada a mesma se encontrará na posição de fechada.

6 DESENVOLVIMENTO

Com a automatização realizada na máquina, a mesma funciona da seguinte forma. Nela há três botões onde o usuário deve escolher qual a quantidade de líquido desejada, sendo elas 300 (trezentos) mililitros, 500 (quinhentos) mililitros e 700 (setecentos) mililitros, sempre se precavendo com o tamanho do copo que possui, os quais estão disponíveis nos três tamanhos mencionados. Após o usuário pressionar o botão desejado, a máquina lhe servirá a quantidade exata escolhida pelo usuário.

Para garantir este funcionamento, foram inseridos na máquina alguns componentes eletromecânicos, eletrônicos e mecânicos. Os quais serão detalhados a seguir e também explicados teoricamente no tópico de fundamentação teórica.

A fim de realizar o trabalho de entregar a quantidade de líquido correta escolhida para o usuário, foram adaptadas uma bomba de água (12 Volts), utilizada na limpeza de para-brisas de automóveis, e uma válvula solenoide (24 Volts), que realiza a tarefa de abrir e fechar a passagem do líquido.

Para realizar o controle de vazão e ligar ou desligar a bomba de água e válvula solenoide, foi realizado um circuito eletrônico comandado por um microcontrolador AT89S52, que recebe o valor das entradas (botões), executa o programa gravado e atualiza as suas saídas (ligar/desligar bomba, abrir/fechar válvula).

A bomba de água em questão substitui o trabalho manual de pressionar o diafragma, ela foi instalada na parte inferior do reservatório de líquidos, como se pode ver na figura 8.

Já a válvula solenoide foi instalada com o intuito de substituir a torneira manual e reter gotejamentos. Esta válvula é energizada (ABRE) quando a bomba de água é ligada e, desenergizada (FECHA) quando a bomba de água é desligada.



Figura 8 - Bomba de Água
Fonte: Aatoria própria.

A figura 9 mostra o esquemático da máquina para melhor entendimento da mesma, como posições dos componentes e serpentina.

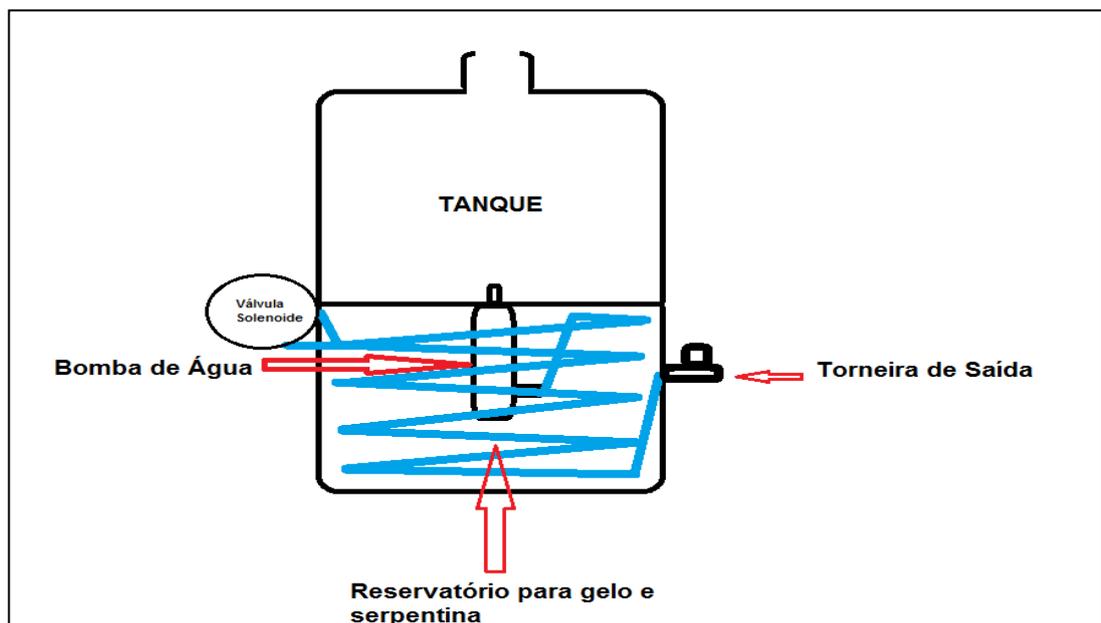


Figura 9 - Esquemático da Máquina
Fonte: Aatoria própria.

O microcontrolador AT89252 realiza o controle de liga/desliga bomba de água e, conseqüentemente abre/fecha válvula solenoide. Neste microcontrolador foi gravado um programa, cujo funcionamento é da seguinte forma, o microcontrolador aguarda o sinal de entrada, que nada mais são que os botões de escolha do usuário, identifica qual botão foi acionado, então envia um sinal na sua saída para ligar e abrir bomba de água e válvula solenoide respectivamente.

O controle do volume a ser entregue ao usuário, foi programado por tempo de energização dos atuadores (bomba de água e válvula solenoide), por exemplo, se a escolha for de um copo com 300 (trezentos) mililitros, os atuadores ficam energizados certo tempo, caso a escolha seja por um volume maior, este tempo também é maior.

O programa gravado no microcontrolador foi realizado no *software* PINNACLE (Gratuito), em linguagem *ASSEMBLY*, programação esta que está disponível no apêndice A. A comunicação entre computador e microcontrolador, assim como a própria gravação do programa no *chip*, pode ser realizada via portas paralelas (impressoras antigas), serial (CLP's) e via porta USB (*mouses, webcams, etc...*).

Neste projeto foi escolhida a gravação via porta USB, através do gravador de AT89S52 USB mostrado na figura 10.

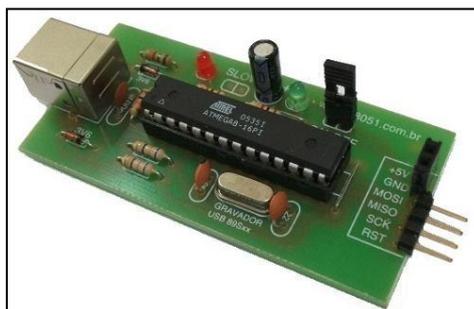


Figura 10 - Gravador USB para AT89S52
Fonte: Autoria própria.

Este gravador é conectado na porta USB do computador e seus pinos encaixados em um *protoboard*, sendo o pino MOSI da placa no pino 9 do microcontrolador. Vale também lembrar que esta placa já fornece a

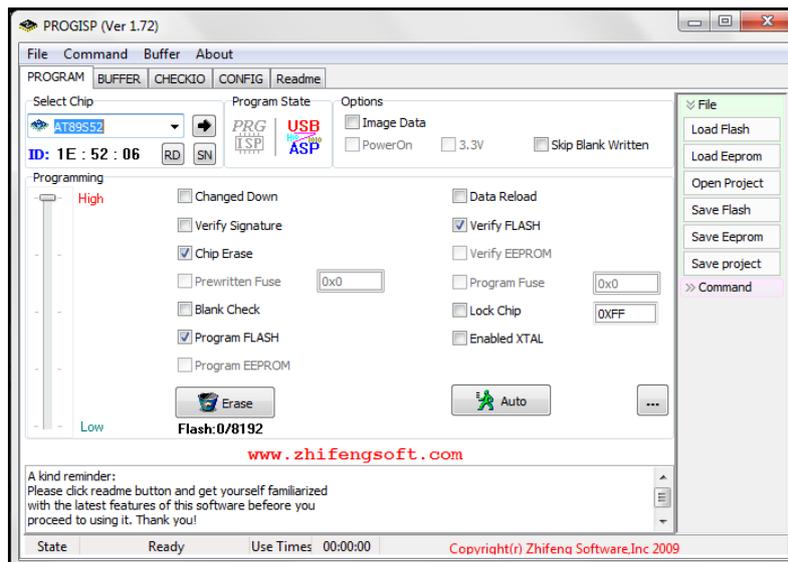


Figura 13 - PROGISP USB
Fonte: Autoria própria.

O *software* PROGISP USB foi adquirido juntamente com a placa gravadora USB, ele é um software gratuito.

Para a alimentação elétrica das placas eletrônicas e destes componentes, foram utilizadas duas fontes de alimentação utilizadas em computadores, as quais fornecem tensões de 5 Volts e 12 Volts. A Figura 14 e 15 mostram as placas eletrônicas dentro da máquina, a localização dos botões internamente e a válvula solenoide respectivamente.



Figura 14 - Placas eletrônicas
Fonte: Autoria própria.



Figura 15 - Botoeiras e Válvula solenoide
Fonte: Autoria própria.

O suporte utilizado para abrigar todos os componentes, sendo eles o reservatório de líquidos, bomba de água, válvula solenoide, placas eletrônicas e fontes de alimentação, foi elaborado de aço com a ajuda do *software solid edge*, *software* para modelagem 3D, e enviado o desenho de fabricação para uma empresa terceira realizar os cortes e dobras nas chapas. A figura 16 mostra o como ficou a máquina já pronta.



Figura 16 - Máquina Pronta
Fonte: Autoria própria.

Após o uso da máquina é necessário uma lavagem na mesma para guardá-la, para realizar esta lavagem basta esvaziar o líquido utilizado na máquina e inserir água com algum detergente, virar uma chave e pressionar o botão vermelho, ambos localizados na parte posterior da máquina. Este botão funciona quando a chave ao lado está na posição horizontal, e enquanto estiver pressionado, faz-se ligar a bomba de água e energiza a solenoide para abertura da válvula, fazendo com que a água e o detergente circulem na máquina, realizando a lavagem. É recomendado realizar o procedimento até esvaziar o tanque e repeti-lo com água pura para retirada do detergente.

Através de livros e conhecimentos obtidos nos estágios e trabalhos em fábricas e outras empresas, foi possível a realização deste projeto, documentação e entendimento dos equipamentos utilizados para a automatização desta máquina.

Além destes componentes descritos na proposta, foi implementado um sistema para um *upgrade* da máquina. A atualização funcionaria da seguinte forma, na máquina foi instalada uma chave, a qual somente o proprietário terá a posse, esta chave ligará outro modo de atendimento, um modo automático, onde o cliente alimenta a máquina com dinheiro e a mesma devolverá para o cliente o valor exato em líquidos.

Para o funcionamento deste modo automático, foi implementado uma esteira e um circuito eletrônico que interage com o funcionamento normal da máquina. Quando ligada a chave pelo proprietário, as botoeiras de valores absolutos não funcionarão mais, e sim a esteira que receberá o dinheiro. Na parte inferior às botoeiras existe um sensor infravermelho, quando obstruído pela cédula de dinheiro, este sensor ativa a esteira para puxar a nota. Na placa eletrônica deste controle existe duas saídas para enviar para o microcontrolador que envia sinal para levar a cédula para o cofre, ou para devolver a cédula caso não seja reconhecida.

Este sistema está em aberto para estudos futuros, que envolvem o reconhecimento das cédulas para o microcontrolador saber qual o valor da nota e entregar a quantidade exata para o cliente. Isso poderá ser aperfeiçoado em projetos posteriores. Todos os circuitos comentados neste projeto estão disponíveis nos apêndices E e F.

9 CONCLUSÃO

Ao final do projeto, se cumpriu o objetivo geral traçado que foi automatizar uma máquina reguladora de líquidos, inserindo bomba e válvula solenoide e fazendo a integração dos componentes mecânicos e eletrônicos da máquina.

Desta forma, foi eliminado todo o processo manual onde o usuário necessitava pressionar o diafragma várias vezes para gerar pressão dentro do reservatório de líquidos, e também, a necessidade de abertura e fechamento da torneira para o mesmo se servir.

REFERÊNCIAS

ABVA - Associação Brasileira de Vendas Automáticas. **Dados sobre o mercado de vendas automáticas**. Disponível em: <<http://www.abva.com.br>>. Acesso em: 08 ago. 2012.

ACQUATICOS. **Válvula solenoide**. Disponível em: <<http://acquaticos.blogspot.com.br/2010/10/valvula-solenoide.html>>. Acesso em: 09 mai. 2012.

CRUVINEL, Paulo E. **Instrumentação agropecuária no agronegócio brasileiro do século XXI: Parte 1**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/noticias/artigos/2000/artigo.2004-12-07.2432500046>>. Acesso em: 09 fev. 2012.

GIRABALA. **Conceito de vending machines**. Disponível em: <<http://www.girabala.com.br/index.asp>>. Acesso em: 07 jun. 2012.

GUIA DO HARDWARE. **Linguagens de programação**. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/artigos/linguagens-programacao/>>. Acesso em: 20 set. 2012.

MARLEY, Bob. **Coisas da vida**. Disponível em: <<http://paulagago40.blogs.sapo.pt/63686.html>> Acesso em: 28 nov. 2012.

MORIMOTO, Carlos E. **Linguagens de programação: Artigo**. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/artigos/linguagens-programacao/>>. Acesso em: 20 set. 2012.

MUNDO ADMIRÁVEL. **Vending machines**. Disponível em: <<http://brejauba.vilabol.uol.com.br/admiravel.html>>. Acesso em: 02 mai. 2012.

NEWTON, C. Braga. **Saber Eletrônica** nº 334/novembro/2002.

NOGUEIRA, Juliano P. **Bombas centrífugas**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAADyQAH/bombas-centrifugas>> Acesso em: 12 mai. 2012.

ROSÁRIO, João Mauricio. **Automação industrial**. São Paulo: Baraúna, 2009.

SENAI AUTOMAÇÃO. **Conceito de automação**. Disponível em: <<http://www.senai.br/automacao>>. Acesso em: 08 mai. 2012.

SILVA JÚNIOR, Vidal Pereira da. **Aplicações práticas do microcontrolador 8051**. 5 ed. São Paulo: Editora Érica Ltda, 1984.

SOLID EDGE. **Siemens PLM software**. Disponível em: <http://www.plm.automation.siemens.com/pt_br/products/velocity/solidedge/> Acesso em: 20 set. 2012.

VÁLVULA SOLENOIDE. **Introdução sobre válvulas**. Disponível em: <<http://www.valvulasolenoide.info/>> Acesso em: 09 mai. 2012.

ZELENOVSKY, Ricardo; MENDONÇA, Alexandre. **Microcontroladores: Programação e projeto com a família 8051**. 1.ed. Rio de Janeiro: Editora MZ, 2005.

APÊNDICE A – PROGRAMA DO MICROCONTROLADOR

```

LIGAUTO:    JNB P3.3, LIGAMAN //SELEÇÃO DE AUTO/MANUAL
                CLR P1.0
                JMP COMECA

COMECA:    MOV P2, #0FFH // SETA TODAS AS SAIDAS PARA 1
                MOV R7, P3
                CJNE R7, #11101111B, TEST1// COMPARA QUAL BOTÃO FOI ESCOLHIDO
                JMP GIRA1

TEST1:     MOV R7, P3
                CJNE R7, #11011111B, TEST2// COMPARA QUAL BOTÃO FOI ESCOLHIDO
                JMP GIRA2

TEST2:     MOV R7, P3
                CJNE R7, #10111111B, LIGAUTO// COMPARA QUAL BOTÃO FOI
                JMP GIRA3                               ESCOLHIDO

LIGAMAN:   SETB P1.0 // SE FOI ESCOLHIDO MANUAL ENTRA NO LOOP ABAIXO

INICIO:    MOV R7, P3
                CJNE R7, #11110110B, TESTE1//
                JMP GIRA1

TESTE1:    MOV R7, P3
                CJNE R7, #11110101B, TESTE2
                JMP GIRA2

TESTE2:    MOV R7, P3
                CJNE R7, #11110011B, LIGAUTO// RETORNA LOOP
                JMP GIRA3

GIRA1:     MOV P2, #11111110B // ATRASO PARA 300ml
                CALL DELAY1S
                CALL DELAY1S
                CALL DELAY1S
                CALL DELAY1S
                CALL DELAY1S
                MOV P2, #0FFH
                JMP LIGAUTO

GIRA2:     MOV P2, #11111101B // ATRASO PARA 500ml
                CALL DELAY1S
                MOV P2, #0FFH
                JMP LIGAUTO

```

APÊNDICE A – PROGRAMA DO MICROCONTROLADOR (cont.)

```
GIRA3:      MOV P2, #11111011B // ATRASO PARA 700ml
            CALL DELAY1S
            MOV P2, #0FFH
            JMP LIGAUTO

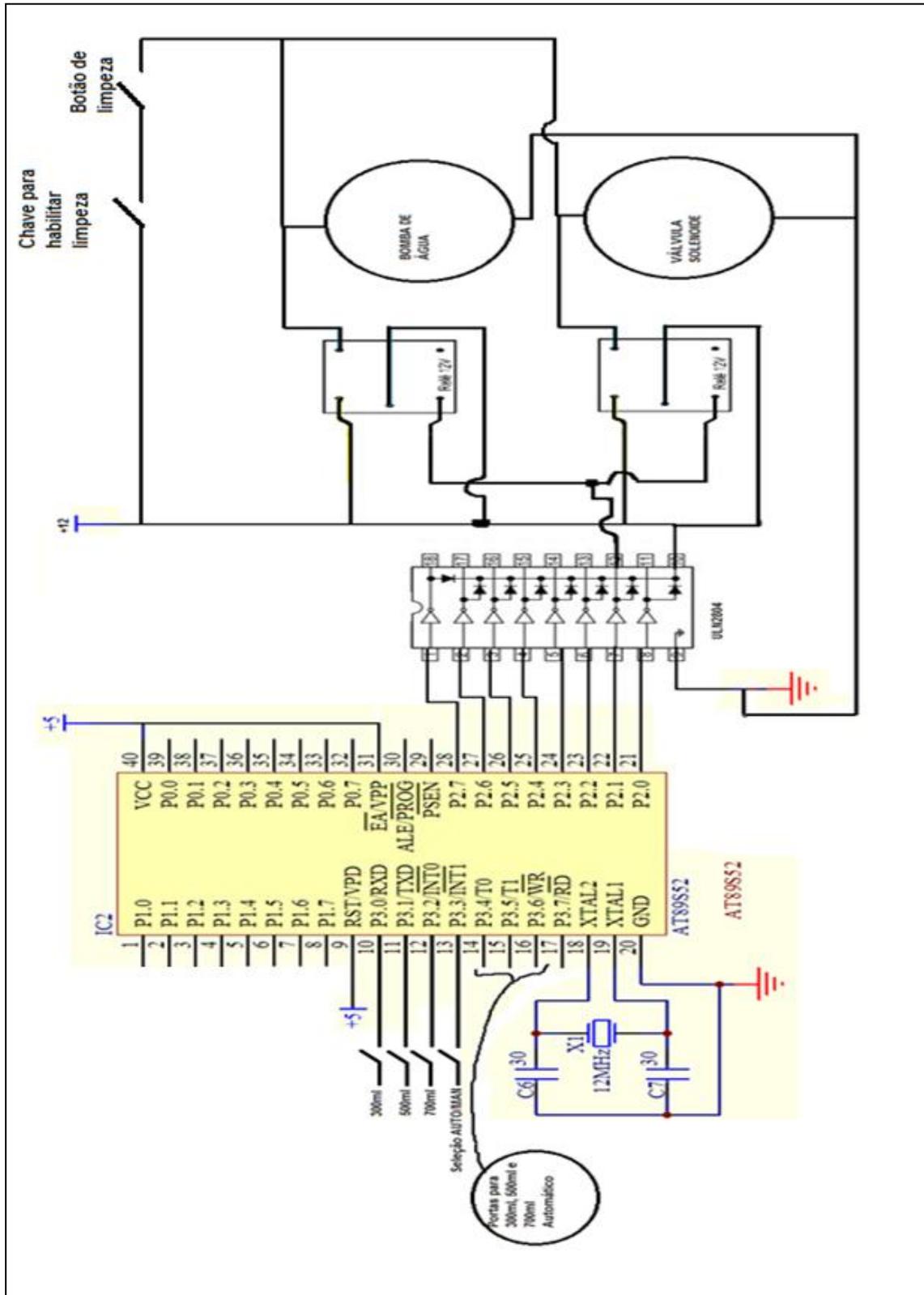
DELAY1S:   MOV R6, #10 // LOOP DE ATRASO DE 1 SEGUNDO QUE TRABALHA COM
X5:       CALL DELAY100MS OS ATRASOS ABAIXOS
            DJNZ R6, X5
            RET

DELAY100MS: MOV R5, #100
X4:       CALL DELAY1MS
            DJNZ R5, X4
            RET

DELAY1MS:  MOV R2, #10
X3:       MOV R1, #49
X2:       DJNZ R1, X2
            DJNZ R2, X3
            RET

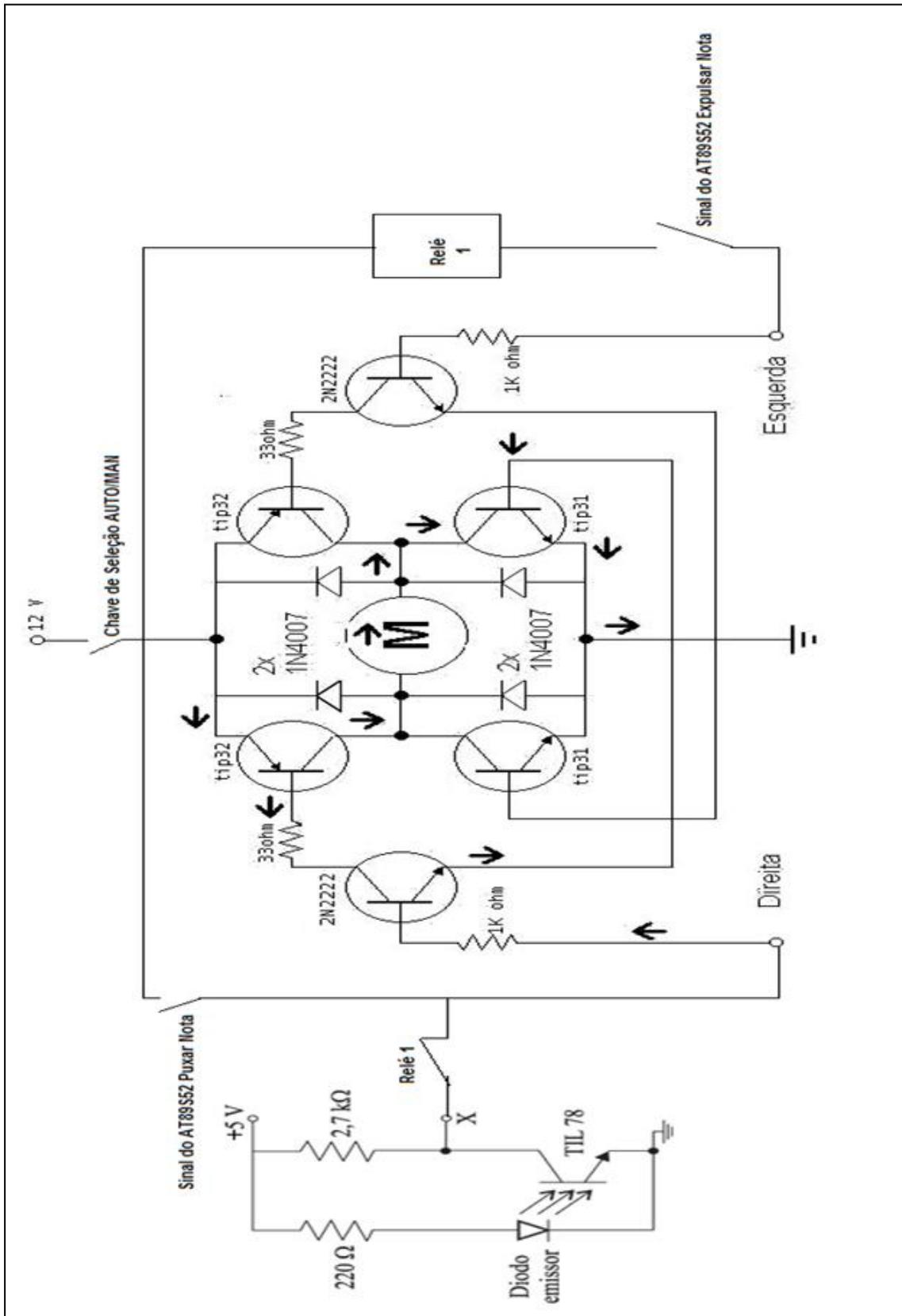
END
```

APÊNDICE B – CIRCUITO ELETRÔNICO AT89S52



Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE C – CIRCUITO ELETRÔNICO ESTEIRA



Fonte: Autoria própria.