



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - UniCEUB
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

SAMYR ALVES GOMES

CHUVEIRO AUTOMÁTICO

Orientador: Prof^ª M.C. Maria Marony Sousa Farias

Brasília
Junho, 2011

SAMYR ALVES GOMES

CHUVEIRO AUTOMÁTICO

Trabalho apresentado ao Centro
Universitário de Brasília
(UniCEUB) como pré-requisito
para a obtenção de Certificado de
Conclusão de Curso de Engenharia
de Computação.

Orientador: Prof^a M.C. Maria
Marony Sousa Farias

Brasília

Junho, 2011

SAMYR ALVES GOMES

CHUVEIRO AUTOMÁTICO

Trabalho apresentado ao Centro
Universitário de Brasília
(UniCEUB) como pré-requisito
para a obtenção de Certificado de
Conclusão de Curso de Engenharia
de Computação.

Orientador: Prof^a M.C. Maria
Marony Sousa Farias

Este Trabalho foi julgado adequado para a obtenção do Título de Engenheiro de Computação,
e aprovado em sua forma final pela Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas -
FATECS.

Prof. Abiezer Amarília Fernandez
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Maria Marony, Mestre em Engenharia Elétrica.
Orientadora

Prof. Cleber da Silva Pinheiro, Doutor em Física.
Instituição

DEDICATÓRIA

Dedico este projeto e monografia, aos meus pais que desde o início do curso sempre me apoiaram tanto na parte emocional como na financeira. À minha namorada pela paciência demonstrada nas vezes em que deixamos o lazer para que eu pudesse me dedicar na execução do projeto e redação da monografia.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a conclusão desde sonho a Deus que, sem Ele nada sequer poderia ter iniciado. Agradeço aos meus pais pelo apoio e amor incondicional, minha namorada que sempre me motivou e incentivava a não desistir por mais difícil que fosse o caminho a ser percorrido. Aos meus grandes amigos que tive o prazer de conhecer durante o curso de Engenharia, Gabriel Santos, Bruno Pereira e Guilherme Costa que também me ajudaram muito com materiais e dicas para confecção do protótipo, além da grande amizade que criamos não só durante a etapa final como em todo o decorrer do curso. Agradeço também ao Monitor José Carlos que me orientou significativamente nos momentos onde faltava a “luz” para seguir adiante e à minha orientadora Maria Marony por ter me dado orientações fundamentais para a elaboração da monografia e do projeto.

SUMÁRIO

Resumo	07
Abstract	08
ESTRUTURA DO TRABALHO	09
1 – INTRODUÇÃO	10
1.1- Apresentação do Problema	10
1.2- Objetivos do Trabalho	10
1.3- Justificativa	11
1.4- Escopo do Trabalho	13
1.5- Resultados Esperados	13
2- APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	15
2.1- Contexto do Problema	15
2.2- Tecnologias Existentes	19
3 – REFERENCIAL TEÓRICO E TECNOLÓGICO	21
3.1- Sensor	21
3.2- Microcontrolador	28
3.3- Válvula Solenóide	33
3,4- Chuveiro	34
3.5- Componentes do Circuito	34
4 - MODELO PROPOSTO	36
4.1 – Apresentação Geral do Modelo Proposto	36
4.2 – Esquemático do Protótipo do Projeto	36
4.3 – <i>Hardwares</i> e <i>Softwares</i> do Modelo Proposto	40
4.4 – Montagem do Circuito	42
4.5 – Execução do Processo	43
5 - APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO PROPOSTO	50
5.1 – Aplicação do Protótipo Proposto	50
5.2 – Descrição da Aplicação do Protótipo	50
5.3 – Resultados do Projeto	51
5.4 – Custos do Projeto	58
6 – CONCLUSÃO	63
6.1 - Sugestões para Trabalhos Futuros	63

BIBLIOGRAFIA	65
APÊNDICE	68
ANEXOS	71

RESUMO

O projeto Chuveiro Automático foi desenvolvido para evitar o gasto desnecessário de água durante o banho, quer pela sua utilização em atividades em que sua vazão é dispensável, como ensaboar, aplicar xampu/condicionador, quer pela prolongação do banho por longo período de tempo. Este projeto consiste na implementação de uma solução para minimizar o desperdício de água durante o banho, por meio da montagem de um chuveiro onde será inserida uma válvula solenóide controladora da passagem de água, acionada por um sensor infravermelho de distância que identificará a presença ou não do usuário debaixo deste chuveiro. Pretende-se também com o dispositivo controlar o tempo máximo de duração do banho, na ordem de 10 minutos, após o qual o chuveiro desligará automaticamente, cessando o seu funcionamento. O protótipo possui um circuito contendo sensor de distância, microcontrolador, válvula solenóide, optoaclopador, transistor, resistências, relé, diodo, fonte de alimentação e chuveiro convencional, todos funcionando em conjunto. O sensor contém uma chave de liga/desliga para que seja feita a identificação do usuário. *Wiring* é a programação para o micro controlador que configura o sensor de distância por meio do qual o mecanismo de água seja ativado ou retido, fazendo com que o chuveiro funcione ou não. As pausas do funcionamento do chuveiro pela presença ou não do usuário e a interrupção de seu funcionamento ao atingir o tempo máximo previsto para o banho propiciará uma redução do desperdício de água durante o banho.

Palavras Chave: Chuveiro, Sensor de presença, Válvula solenóide, Duração do banho.

ABSTRACT

Automatic Shower design was developed to avoid the unnecessary waste of water during bathing, or for their use in activities, in which the flow is unnecessary, like soap, apply shampoo / conditioner, either by prolonging the bath for a long period of time. This project consists in implementing a solution to the waste water during the bath by mounting a shower which is inserted a solenoid valve, which controls the passage of water, which is triggered by an infrared sensor distance to identify the presence or not the user under this shower. It is also intended to control the device with the maximum duration of the bath, in the order of 10 minutes, after which the shower will automatically shut down, ceasing its operation. The prototype has a circuit containing sensor distance, microcontroller, solenoid valve, optocoupler, transistors, resistors, relay, diode, power supply and conventional shower, where all work together. The sensor contains a key on / off is made to identify the user. Wiring is the schedule for the micro controller that configures the sensor distance through which the mechanism of water is retained on or causing the shower works or not. Pauses in the operation of the shower by the presence or not the user under him and the cessation of its operation to achieve the maximum time for the bath will provide a reduction of waste water in the shower.

Keywords: Shower, presence sensor, solenoid valve, bath duration.

ESTRUTURA DO TRABALHO

A monografia teve sua estrutura definida da seguinte forma:

Capítulo 1 – Introdução – São apresentados os objetivos geral e específico do projeto, os motivos da escolha do tema, um breve relato do seu funcionamento e os resultados esperados

Capítulo 2 – Apresentação do Problema – apresentação e especificação do problema aventado bem como a definição de como a proposta pretende solucioná-lo.

Capítulo 3 – Referencial Teórico e Tecnológico – neste capítulo é apresentada a fundamentação teórica do projeto com abordagem conceitual e funcionamento dos principais componentes eletrônicos utilizados na realização do projeto. Apresenta o modelo do micro controlador, os recursos usados, o funcionamento do sensor e os circuitos integrados utilizados para regularizar o controle da utilização do chuveiro.

Capítulo 4 – Desenvolvimento do Projeto – Neste capítulo é apresentado como foi realizado o projeto e como os componentes foram utilizados. Mostra as etapas do desenvolvimento do Projeto desde a sua montagem até a conclusão. São descritos os métodos e os testes utilizados, sendo os resultados obtidos representados com os respectivos comentários acerca do funcionamento do projeto. Ainda, neste capítulo são descritas as especificações dos hardwares e softwares utilizados no projeto e os testes realizados.

Capítulo 5 – Aplicação Prática do Modelo Proposto – É o capítulo onde são expostos os resultados por meio de figuras, textos com o funcionamento do protótipo, custos e onde é feita uma avaliação global do projeto.

Capítulo 6 – Conclusão – Neste capítulo são apresentados os problemas enfrentados durante o desenvolvimento do projeto, as análises e conclusões obtidas, bem como sugestões para os trabalhos futuros.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 – Apresentação do Problema

De conformidade com os resultados das pesquisas, os chuveiros são considerados os grandes vilões do consumo de água. De acordo com dados da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) a cada 1 minuto de banho com o chuveiro ligado, são consumidos cerca de 10 litros de água.

Considerando que o tempo gasto pela maioria dos usuários ultrapassa de 1 minuto e que durante o banho são realizadas outras atividades como ensaboar, aplicar xampu, condicionador etc, sem, contudo fechar o registro, são desperdiçados litros de água, que poderiam ser utilizados para outras tarefas.

Partindo da premissa que a maioria dos brasileiros não é conscientizada a promover ações visando impedir o consumo desnecessário de água, de que forma utilizando-se do avanço da tecnologia poderia impedir ou minimizar este desperdício?

1.2 – Objetivos do Trabalho

O objetivo geral deste trabalho é construir um protótipo de chuveiro automatizado por um sensor de distância microcontrolado que identificará se há ou não alguém debaixo do chuveiro.

O protótipo deve entrar em funcionamento assim que o sensor determinar que há um usuário embaixo do chuveiro, e cessa o seu funcionamento quando detectar que o usuário não está mais debaixo do chuveiro, quando, por exemplo, sair para se ensaboar, aplicar xampu ou condicionador, depilar, fazer a barba, escovar os dentes dentre outras tarefas que são executadas durante o banho.

Com estas pausas no funcionamento do protótipo, pretende-se minimizar o consumo desnecessário de água, visto atestarem as pesquisas que a água gasta nos intervalos de tempo em que não precisamos estar sob o chuveiro, que seria somente para se enxaguar, corresponde à maior parte do desperdício de água durante um banho convencional.

O protótipo controlará também o tempo necessário para o banho. Caso o usuário permaneça 10 minutos ininterruptos debaixo do chuveiro, este desligará automaticamente,

cessando seu funcionamento e, obrigando, assim, o usuário economizar.

No sensor foi conectada uma chave de liga/desliga com o objetivo de identificar o usuário.

Visando a consecução do problema proposto e do objetivo traçado acima, algumas tarefas foram definidas para serem realizadas no decorrer do desenvolvimento do projeto:

- Implementação do circuito contendo sensor de presença, micro controlador, válvula solenóide e chuveiro convencional, onde todos funcionem conjuntamente.
- Desenvolvimento de uma programação em *wiring*, para o micro controlador que configura o sensor de presença.
- Realização de tantos testes quantos necessários do sensor, para determinar o ponto exato da calibração da faixa de reconhecimento do sensor
- Calibração do timer e realização de testes para trabalhar em conjunto com o sensor de presença.
- Elaboração e confecção de um circuito de funcionamento da válvula solenóide.
- Configuração e calibração do sensor de distância para permitir o acionamento ou o fechamento da válvula de água.
- Integração de todo sistema e circuitos com o chuveiro.

1.3 – Justificativa e Importância do Trabalho

A motivação para a realização deste projeto surgiu a partir da observação dos crescentes problemas ecológicos envolvendo escassez de água. O Brasil é considerado um país privilegiado pela quantidade de recursos hídricos, muito superior ao restante do mundo, porém, fatores não previstos anteriormente, têm feito essas informações serem revisadas.



Figura 1.1- Distribuição de água no mundo, acentuando o papel privilegiado do Brasil em mananciais hídricos e água doce (<http://www.fabrimar.com.br/prodserv.asp?tipo=2&op=1>)

Segundo as estatísticas o crescente aumento da população, principalmente nas metrópoles, tem ocasionado aumento na distribuição de água, na ordem de 30%. Além disto, as mudanças climáticas a poluição têm contribuído para escassear o fluxo dos rios, chegando mesmo a completa extinção.

Outro fator preocupante, que traz consequência direta para escassez de água, é o gasto exagerado e/ou desnecessário, ou até mesmo desperdício do tão precioso líquido, no seu uso para outros fins como na lavagem de veículos, calçadas, descarga, irrigação, banho dentre outros e representam, segundo as pesquisas, cerca de 45% da água gerada para consumo.

Destes 45%, cerca de 60% são gastos nas lavouras e plantações e outros tipos de atividades industriais e os outros 40% são de cunho doméstico.

Dentre as tarefas domésticas onde se observa desperdício de água, segundo dados da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, cerca de 41% é devido a descargas e 37% ao banho, que, no caso dos chuveiros elétricos, consome também energia elétrica.

Estudos mostram, ainda, que a maior parte da água do banho é desperdiçada em outras atividades realizadas enquanto se banha, tais como ensaboar, aplicar xampu, condicionador, escovar os dentes, fazer barba, já que só se precisa da água no banho para se enxaguar.

Dados estatísticos apontam para que, no ritmo em que estamos com o crescente índice populacional, poluição, crescimento das cidades e desperdícios no consumo, em 5 anos algumas regiões do país devem começar a sofrer drasticamente com a falta de água.

Como o planeta não sobrevive sem água é de considerável importância que não

desperdicemos este bem tão precioso e se começarmos a economizar nas pequenas tarefas o resultado final pode mudar significativamente.

Como a maioria dos brasileiros não é conscientizada a promover ações visando impedir o consumo desnecessário de água, e na constante preocupação com o meio ambiente surgiu a idéia deste projeto, de construir um protótipo de chuveiro automatizado por um sensor de distância que faz com que o chuveiro funcione ou cesse, se o usuário estiver ou não debaixo dele. Assim, ao serem realizadas as tarefas paralelas, o usuário se abstém de posicionar debaixo do chuveiro, e, com estas pausas no funcionamento será gasta somente a água realmente necessária para o banho.

De igual forma sendo o tempo de duração do banho ajustado, cessando o funcionamento do chuveiro ao ser atingido este tempo, serão reduzidos os banhos demorados, que concorrem, em muito, para o desperdício de água.

1.4 – Escopo do Trabalho

No desenvolvimento do projeto são implementados os seguintes itens: chuveiro, válvula solenóide, sensor de distância e microcontrolador.

O objetivo é a montagem de um chuveiro onde haja uma válvula de controle de passagem de água acionada por um sensor de distância, que acoplado ao chuveiro identificará se há ou não alguém sob ele, o que fará com que o chuveiro inicie ou cesse o seu funcionamento. Neste projeto, é também ajustado o tempo de duração do banho, na ordem de 10 minutos findo os quais, o chuveiro cessará o seu funcionamento.

Não faz parte do escopo do projeto o controle automático de temperatura da água, isto deve ser feito pelo usuário por meio da abertura do registro até que se alcance a temperatura desejada para seu banho.

Para a apresentação do projeto para a banca avaliadora se fará uma breve explicação do projeto e amostragem do chuveiro em funcionamento.

1.5 – Resultados Esperados

Espera-se que seja identificada a melhor forma de conter o desperdício de água durante o banho, contribuindo assim para preservação dos mananciais hídricos, além de que a análise de dados e experimentos possa comprovar ser o método eficaz para solução do problema.

O produto final não é de âmbito comercial e constituirá mais um projeto acadêmico.

Espera-se que a amostragem do protótipo e teste do chuveiro com sensor e válvula solenóide tenha sucesso na sua implementação e que, quando da apresentação possa realizar as tarefas para as quais fora montado e o resultado final do projeto demonstre o seu funcionamento e funcionalidade.

CAPÍTULO 2 - APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

2.1 – Contexto do Problema

Desde os primórdios da humanidade o homem sempre se estabeleceu em locais próximos aos rios e mares, para garantir seu sustento através da agricultura assim como o suprimento de suas necessidades vitais.

A história do Egito faz uma excelente demonstração desse fato, quando os homens, às margens do rio Nilo, fizeram os primeiros aglomerados humanos e construíram as primeiras cidades do mundo, o que denota a dependência do homem por este líquido precioso.

A água ocupa 70% da superfície da Terra. Em sua maior parte, cerca de 97%, é salgada. Apenas 3% do total é água doce dos quais 0,01% vai para os rios, ficando disponível para uso, o restante está em geleiras, icebergs e em solos muito profundos. Embora relativamente escassas, são justamente as águas doces que produzem alimentos e colheitas, e mantêm a biodiversidade, os ciclos de nutrientes e as atividades humanas. Em razão de um conjunto de atividades humanas como construção de hidrovias, urbanização acelerada, usos intensivos das águas superficiais e subterrâneas na agricultura e na indústria, as fontes de água doce especialmente nos últimos anos, têm sofrido um processo intenso de degradação.

O engenheiro Paulo Ferraz Nogueira, especialista no uso racional de água, enfatiza que os resíduos sólidos e líquidos depositados em rios, lagos e represas, o desmatamento e ocupação de bacias hidrográficas têm produzido crises de abastecimento e na qualidade das águas.

Nos tempos longínquos, a água não estava relacionada aos circuitos econômicos e alimentava as populações, a custo muito baixo. Hoje, para atender às suas necessidades básicas – higiene pessoal, comida, lavagem de louça e roupa, limpeza da casa e para beber –, uma pessoa consome, em média, cerca de 200 litros de água por dia.

O consumo mundial de água cresceu seis vezes, entre 1900 e 1995, o que representa mais do que o dobro do crescimento populacional no período. A população da Terra é, atualmente, avaliada em cerca de 5,4 bilhões de pessoas e estima-se que atinja os 8,5 bilhões, até 2025.

A população mundial cresce à razão de 90 milhões de pessoas a cada ano. De acordo

com projeções da Secretaria do Meio Ambiente, (1998), por volta de 2100 a população mundial poderá vir a se estabilizar em 11 bilhões de pessoas.

Pesquisadores do assunto estimam que, se nenhuma providência for tomada para conter o consumo indiscriminado de água, em cinquenta anos metade da população mundial vai conviver com a escassez crônica de água, e, esta será não só um bem de consumo em extinção, mas um fator decisivo na explosão de conflitos armados pela sua disputa. O Brasil por ter dimensões continentais, os contrastes existentes quanto ao clima, distribuição da população, desenvolvimento econômico e social, entre outros fatores, faz com que o país apresente cenários variados. Apesar dos contrastes, o Brasil é um país privilegiado ante a maioria dos países quanto ao volume de recursos hídricos, pois possui 13,7% da água doce do mundo.

Sua disponibilidade, porém, é desigual. Em torno de 68,5% da água doce disponível no País se encontram na Bacia Amazônica, que é habitada por menos de 5% da população. Portanto, considerando os dados do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor - IDEC, 31,5% dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para 95% da população brasileira, como pode ser visto na figura 2.1



Figura 2.1 - Distribuição da água, da superfície e da população, em % do total do País. (Manual - Água – Conservação, Uso Racional e Reuso)

Conforme relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), o Brasil tem 12% das reservas mundiais de água potável e no seu território se encontram o maior rio do mundo - o Amazonas - e o maior reservatório de água subterrânea do planeta - o Sistema Aquífero Guarani. Todavia, se o problema de escassez já existente em algumas regiões não for resolvido, ele se tornará um entrave à continuidade do desenvolvimento do país, resultando em problemas sociais, de saúde, entre outros.

Perante a previsibilidade de futura escassez de água, a ONU instituiu em 22 de março

de 1992, o Dia Mundial da Água, para promover discussões acerca da conscientização e divulgar cuidados e procedimentos para cuidar desse bem, tão necessário e finito.

Em dez de dezembro de 2002, o senado brasileiro aprovou o Dia Nacional da Água através do projeto de lei do deputado Sérgio Novais (PSB-CE). O texto destaca que esse dia deverá “oferecer à sociedade brasileira a oportunidade e o estímulo para o debate dos problemas e a busca de soluções relacionadas ao uso e à conservação dos recursos hídricos.”

A preocupação surgiu em virtude dos grandes índices de poluição ambiental do planeta, envolvendo a qualidade da água consumida.

No Dia Mundial da Água, 22 de março de 2011, a ANA – Agência Nacional de Águas lançou o Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água. A publicação aponta que mais da metade dos municípios brasileiros pode ter problemas de abastecimento de água até 2015, além disso, 55% dos 5.565 municípios do país podem sofrer desabastecimento nos próximos quatro anos. O número equivale a 73% da demanda de água no país.

Nas últimas décadas, verificou-se o crescimento vertiginoso das cidades, em decorrência do êxodo da população rural e da formação de grandes concentrações populacionais, tornando cada vez mais escasso o recurso natural água.

Essa escassez tem promovido ações diversas. Uma delas é a implantação de programas de conservação da água em diversos países para garantir o atendimento das diferentes demandas pela água, tanto no aspecto quantitativo quanto da qualidade. .

Embora no Brasil se concentre 12% da água doce do planeta, a escassez já se apresenta em algumas regiões, tais como no desenvolvido sudeste do país.

Apesar do cenário encorajador, onde se tem ainda água à vontade para beber, tomar demorados banhos, lavar calçadas, encher piscinas, além de gastar na geração de energia e nos processos industriais, deve-se tomar ciência dessa fragilidade e, realmente, partir para o que se considera primordial em todas as atividades: o consumo consciente.

O engenheiro Paulo Ferraz Nogueira (MANUAL - ÁGUA – CONSERVAÇÃO, USO RACIONAL E REUSO) aponta que o consumo de água nas residências brasileiras gira em torno de 200 litros diários, dos quais 27% para consumo (cozinhar, beber), 25% em higiene (banho, escovar os dentes), 12% para lavagem de roupa; 3% outros (lavagem de carro, etc.) e finalmente 33% em descarga de banheiro.

Consta no Manual - Água – Conservação, Uso Racional e Reuso que em uma

experiência realizada em um apartamento de um conjunto habitacional de interesse social, localizado na cidade de São Paulo, verificou a distribuição do consumo de água como apresentada na Figura 2.2, a seguir



Figura 2.2 - Distribuição do consumo de água em unidade residencial familiar. ((Manual - Água – Conservação, Uso Racional e Reuso)

Consta ainda no Manual que o Instituto de Defesa do Consumidor – IDEC, em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, relacionou o consumo de água por atividade doméstica, como mostrado na Tabela 2.1:

Tabela 2.1- Consumo Doméstico de Água por Atividade (Manual - Água – Conservação, Uso Racional e Reuso)

ATIVIDADE	QUANTIDADE EM LITROS
1 descarga no WC	10 a 16
1 minuto de chuveiro	15
1 tanque com água	150
1 lavagem de mãos	3 a 5
1 lavagem com máquina de lavar	150
1 lavagem com lava-louça	20 a 25
Escovar os dentes com água corrente	11
Lavagem do automóvel com mangueira	100

Observa-se que um dos recordistas do consumo de água é o chuveiro e, considerando que o tempo gasto para o banho ultrapassa de 1 minuto e que durante o banho são realizadas outras atividades como ensaboar, aplicar xampu, condicionador etc, sem, contudo fechar o registro são desperdiçados litros de água, que poderiam ser utilizados para outras tarefas

Como a maioria dos brasileiros não é conscientizada a promover ações visando impedir o consumo desnecessário de água, e na constante preocupação com o meio ambiente surgiu a idéia deste projeto, de construir um protótipo de chuveiro automatizado por um sensor de distância que faz com que o chuveiro funcione ou cesse, se o usuário estiver ou não debaixo dele.

Assim, ao serem realizadas as tarefas paralelas, o usuário se abstém de posicionar debaixo do chuveiro, e, com estas pausas no funcionamento será gasta somente a água realmente necessária para o banho.

O protótipo controlará também o tempo necessário para o banho. Caso o usuário permaneça 10 minutos ininterruptos sob o chuveiro, este desligará automaticamente, cessando seu funcionamento e, obrigando, assim, o usuário economizar

O funcionamento é simples: o fluxo da água ativa e cessa de acordo com a presença percebida sob o chuveiro. Basta estar na presença do sensor para abrir o fornecimento da água, e ao sair, o chuveiro cessa o funcionamento. Isso ocorre em virtude do sistema desenvolvido, que funciona por meio de sensor de distância que emite um sinal para válvula solenóide, que é aberta, e só assim a água é liberada e quando a pessoa sai de baixo do chuveiro a válvula é fechada automaticamente.

O mesmo ocorre com o tempo necessário de banho, que, uma vez atingido cessa o funcionamento do chuveiro.

2.2 – Tecnologias Existentes

A preocupação com a escassez de água no mundo e em especial com o desperdício no Brasil, as empresas atuantes no ramo da construção civil e, especificamente no setor de metais têm desenvolvidos tecnologias e lançado no mercado produtos com contenedores de vazão, buscando assim uma economia de água.

A DRACO desenvolveu e lançou no mercado o chuveiro sensorizado “anti-vandalismo”, que se assemelha ao modelo proposto, com o diferencial que o chuveiro da DRACO é ideal para orlas de praias, entradas de piscinas, clubes e outros ambientes públicos de alto fluxo de pessoas.

Ademais, uma vez detectada a presença do usuário o seu funcionamento se fará por um período de tempo determinado e mesmo a pessoa saindo do ângulo de captura do sensor, o chuveiro ainda permanecerá funcionando, até o atingir do tempo calibrado.



Figura 2.3 – Chuveiro anti-vandalismo da Draco Eletrônica
(<http://www.dracoeletronica.com.br/chuveiro-publico.htm>)

Muito embora exista no mercado produto que possui a mesma finalidade, este projeto tem por objetivo criar um protótipo que servirá para o mesmo propósito, com o diferencial que é aplicável a pequenos ambientes. Além disto, tem particularidades que o difere do modelo da Draco, pois no projeto o sensor ao detectar a presença do usuário ativa o funcionamento do chuveiro, funcionamento este que é interrompido com a saída do usuário.

Acresce ainda, que em permanecendo o usuário debaixo do chuveiro por 10 minutos ininterruptos, cessa automaticamente o seu funcionamento.

CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO E TECNOLÓGICO

Para que o protótipo proposto pelo projeto se efetive e consolide os objetivos apresentados, softwares e ferramentas são necessários. Para composição do protótipo são necessários: sensor infravermelho de presença, microcontrolador, válvula solenóide, chuveiro, um circuito desenvolvido especificamente para este projeto.

3.1 - Sensor

Em eletrônica, um sensor é conhecido como qualquer componente ou circuito eletrônico que permita a análise de uma determinada condição do ambiente, podendo ela ser algo simples como temperatura ou luminosidade ou uma medida um pouco mais complexa como a rotação de um motor ou a distância de um carro até algum obstáculo próximo ou até mesmo eventos distantes do nosso cotidiano, como a detecção de partículas subatômicas e radiações cósmicas. (PATSKO,2006)

Para THOMAZINI, (2011), sensor é o termo empregado para designar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente que pode ser luminosa, térmica, cinética, relacionando informações sobre uma grandeza que precisa ser medida, como temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição, etc.

3.1.1 - Sensores ópticos

São componentes eletrônicos de sinalização e comando que executam detecção de qualquer material sem que haja contato mecânico entre eles, cujo princípio de funcionamento baseia-se na existência de um emissor e de um receptor.

Assim, a luz gerada pelo emissor deve atingir o receptor com intensidade suficiente para fazer com que o sensor comute sua saída.

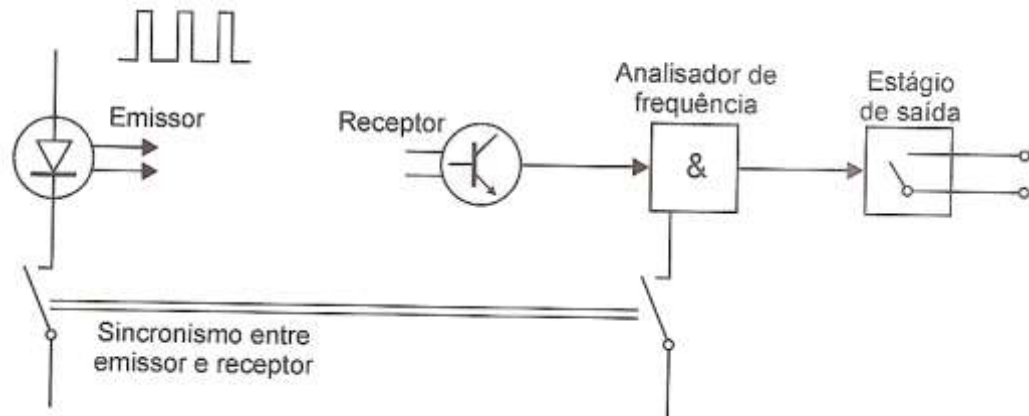


Figura 3.1 – Princípio de Funcionamento (THOMAZINI,2011)

O sinal de luz gerado pelo emissor do sensor óptico é modulado numa determinada frequência. O receptor do sinal do sensor é acoplado a um filtro que somente considera sinais com a mesma frequência do emissor. Essa característica é empregada no sensor óptico para minimizar os efeitos de possíveis interferências causadas por outras fontes luminosas que não o emissor. (THOMAZINI, 2011)

3.1.2 - Sensor óptico por retroreflexão

Nesse tipo de sensor o emissor e o receptor estão montados no mesmo corpo. Um feixe de luz é estabelecido entre o emissor e o receptor por intermédio do refletor. O sensor é ativado quando o objeto interrompe o feixe de luz. O objeto detectado pode deixar passar uma baixa intensidade luminosa desde que o limiar de detecção seja atingido, (figura 3.2). Ele também pode refletir a luz de maneira direta ou difusa, desde que não seja detectada pelo receptor do sensor com intensidade suficiente para acioná-lo. Por esta razão, objetos muito transparentes, claros ou brilhantes podem eventualmente não ser detectados por esse tipo de sensor.

Os tipos de refletores mais utilizados são os prismas refletivos, espelhos e adesivos refletivos. Uma falha no emissor desse tipo de sensor faz com que ele interprete como se o objeto estivesse presente. (THOMAZINI, 2011)

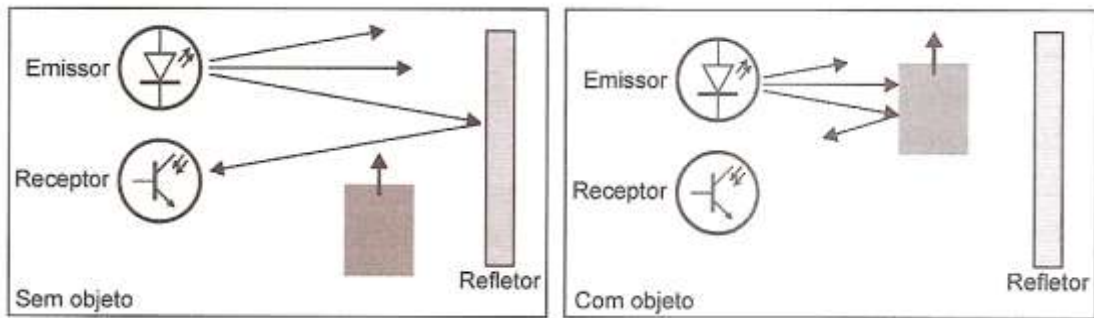


Figura 3.2 – sensor óptico por retroreflexão (THOMAZINI, 2011)

No sistema por retroreflexão, os raios infravermelhos são emitidos em direção a um espelho prismático. Neste caso, o chaveamento ocorrerá quando se retirar o espelho ou quando se interromper a barreira dos raios infravermelhos entre o sensor e o espelho com um objeto ou corpo de qualquer natureza, fazendo com que o receptor não receba mais um sinal.

3.1.3 -. Sensor óptico por reflexão difusa

O sensor óptico de detecção por reflexão-difusa possui o emissor e o receptor montados no mesmo corpo. A luz gerada pelo emissor cria uma região ativa onde a presença de um objeto, faz com que a luz seja refletida de forma difusa, de volta ao receptor, ativando o sensor, como pode ser visto na figura 3.3.

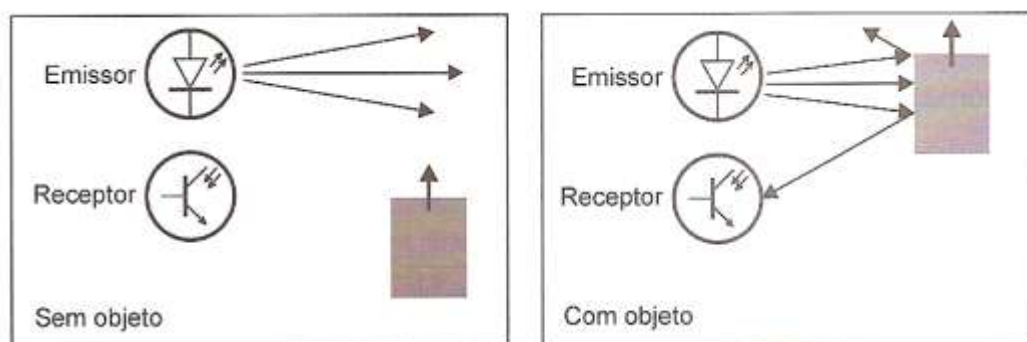


Figura 3.3 – Sensor de reflexão difusa (THOMAZINI, 2011)

3.1.4 – Sensor de distância

Sensores de distância, também conhecidos como PSD (Position Sensitive Detector), são empregados em sistemas onde é necessário o conhecimento da distância de um objeto ou pessoa. Tal conhecimento é importante para prover o sistema de subsídio para a tomada de

decisões. (OLIVEIRA, 2005)

Os sensores ópticos que utilizam raios laser ou infravermelho têm seu funcionamento baseado no princípio da triangulação. Um feixe de luz é emitido por um diodo laser ou um LED infravermelho. Ao ser refletido por um objeto, esse raio é detectado por um PSD (*Position Sensing Device* – Dispositivo de Monitoramento de Posição). De acordo com a distância do objeto que refletiu a luz, esse raio incide de modo diferente no PSD, como esquematizado na figura 3.4, abaixo.

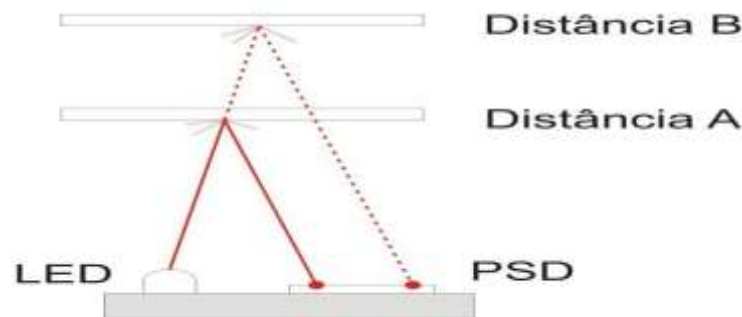


Figura 3.4. Funcionamento do Sensor de distância (Patsko, 2006)

PSD é um tipo especial de fotodetector analógico. Os sensores de triangulação tipo PSD usam correntes elétricas como informações de saída em cada terminal. A figura 3.5 mostra o PSD composto pelos terminais X1 e X2, por onde saem as correntes e por uma área ativa (active detector area) que receberá a posição do ponto luminoso e passará para um processador. A corrente total de cada terminal é proporcional a posição do ponto no detector. Se o ponto estiver no meio do detector o valor da corrente nos terminais serão iguais. Se o ponto sair do centro, as saídas dos terminais também mudarão e a posição do ponto poderá ser calculada por essa mudança. O valor transmitido ao microcontrolador é fornecido em volts (V) pelo sensor, na qual, o microcontrolador utiliza um conversor AD para converter o sinal analógico em digital (Sensors Triangulation /Anderson).

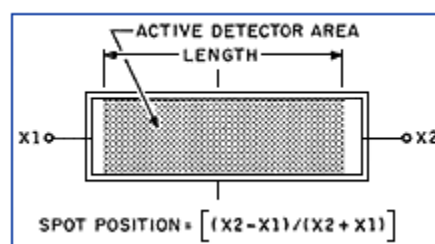


Figura 3.5 – Área ativa (Active Detector Area) que receberá a posição do ponto luminoso e passará para um processador.

(<http://archives.sensorsmag.com/articles/0598/tri0598/>)

3.1.5 – Sensor infravermelho de distância SHARP GP2Y0A02YK0F

O sensor SHARP GP2Y0A02YK0F foi o escolhido para compor o protótipo devido o seu alcance e por ser compatível com o microcontrolador da *Arduino*.

Sharp GP2Y0A02YK0F é uma unidade de sensor de distância de medição, composto por uma combinação integrada do PSD (detector sensível à posição), IRED (diodo emitindo infravermelho) e circuito de processamento de sinal. A variedade da refletividade do objeto, a temperatura ambiente e o tempo de funcionamento não são facilmente influenciadas a distância de detecção por causa da adoção do princípio da triangulação.

No desenvolvimento do projeto no cálculo projetado para o microcontrolador, não foi considerado o valor da distância, visto existir uma relação entre a distância e a tensão. Por variar a tensão de acordo com a distância, o valor da tensão pode ser utilizado para saber se o objeto está se aproximando ou se afastando do sensor.



Figura 3.6 – Sensor Sharp GP2Y0A02.

(<http://www.robotgear.com.au/Product.aspx/Details/274>)

O GP2Y0A02 usa um conector JST 3 pinos como mostra a Fig.3.5. Também é simples de três fios para o sensor da solda onde os pinos do conector são montados.

Pela sua parte posterior podem ser vistas as três conexões: alimentação de energia; terra e a saída analógica do sinal processado, como visualizado na figura 3.7, abaixo.



Figura 3.7 - Mostra a parte posterior, onde são visualizadas as s três conexões: da esquerda para a direita são energia, terra e o sinal de saída (<http://www.pololu.com/catalog/product/1137>).

Nas figuras 3.8 e 3.9 são apresentados o diagrama de blocos e as dimensões do sensor Sharp GP2Y0A02

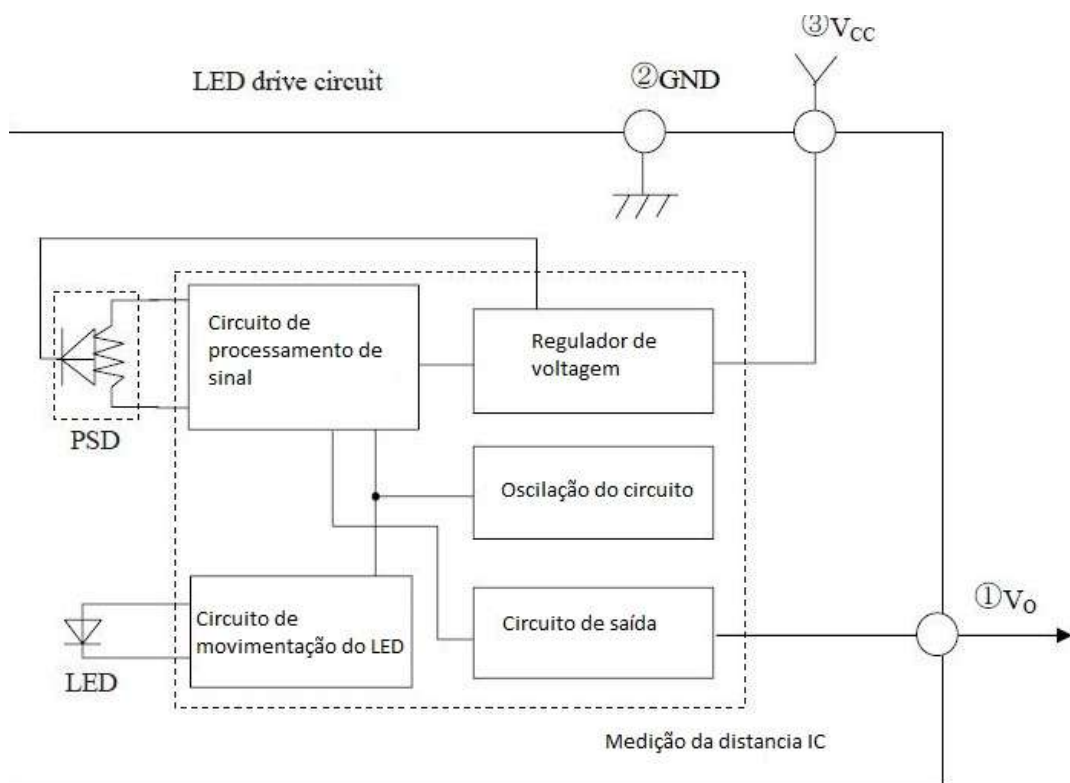


Figura 3.8 – Diagrama de blocos do Sharp GP2Y0A02 (DATASHEET)

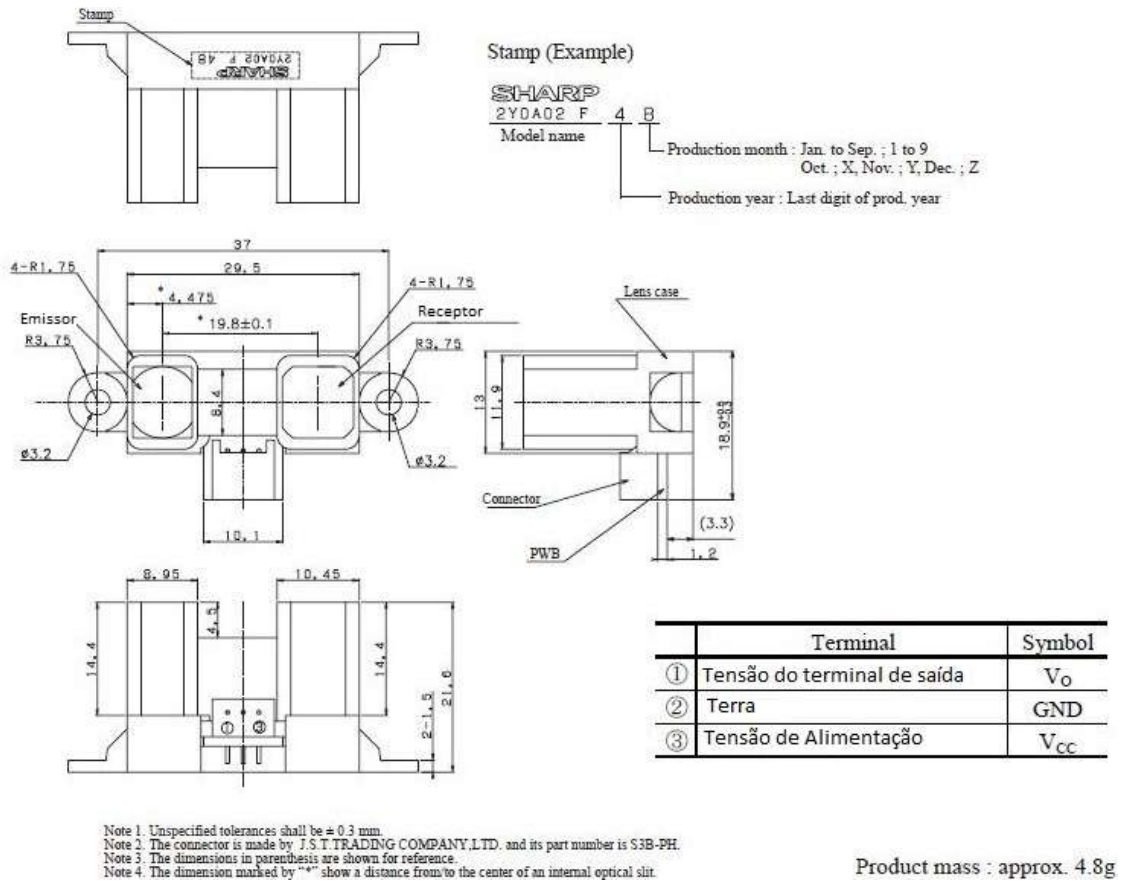


Figura 3.9 - Dimensões do Sharp GP2Y0A02 (DATASHEET)

A tensão de funcionamento do Sharp GP2Y0A02 varia de 4.5 a 5.5 V, o intervalo de medição é na faixa de 20 cm a 150 cm. O alcance do diferencial de saída é na ordem de 2.0 V

O DATASHEET (anexo), apresenta uma tabela com as especificações eletrônicas do sensor, conforme que pode ser visualizada abaixo.

■ Limites Máximos

($T_a=25^\circ\text{C}$, $V_{CC}=5\text{V}$)

Parâmetro	Símbolo	Classificação	Unidade
Tensão de alimentação	V_{CC}	-0.3 to +7	V
Voltagem do terminal de saída	V_O	-0.3 to $V_{CC}+0.3$	V
Temperatura de operação	T_{opr}	-10 to +60	$^\circ\text{C}$
Temperatura suportada	T_{stg}	-40 to +70	$^\circ\text{C}$

Tabela 3.1- Contempla as especificações eletrônicas do Sharp GP2Y0A02

O sensor Sharp GP2Y0A02 atua numa distância que varia de 20 a 180 cm, quando o pico de saída está em distâncias menores e, a medida que o objeto se afasta do sensor vai decrescendo, como pode ser visto na figura 3.10, onde é mostrada no gráfico a relação entre distância e tensão de saída, sendo que foi considerada a cor do objeto refletido.

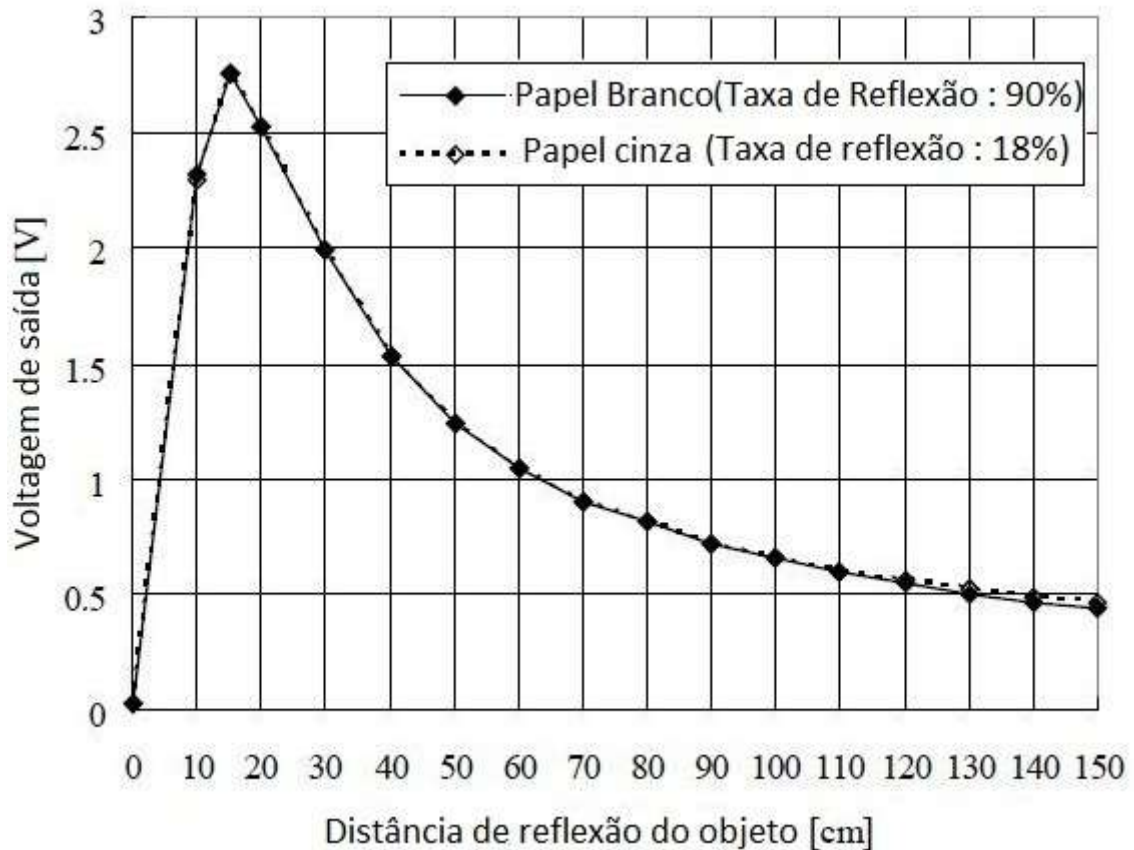


Figura 3.10 – Gráfico da relação tensão de saída e distância (DATASHEET)

3.2 - Microcontrolador

Um microcontrolador (por vezes abreviado μC , uC ou MCU) é um pequeno computador em um único circuito integrado contendo um núcleo processador, memória e periféricos de entrada/saída programáveis. Memória de programa, em forma de *flash* ou OTP ROM (*One-Time Programmable Read-Only Memory*), também é muitas vezes incluída no chip, bem como tipicamente uma quantidade pequena de memória RAM (*Random Access Memory*, (SATO, 2010).

É um circuito integrado que possui internamente um microprocessador e todos os periféricos essenciais ao seu funcionamento, como memória de programa ROM; memória de

dados, geralmente tipo RAM (Random Access Memory); dispositivo de seleção de entrada e saída (faz a comunicação das posições de memória com os pinos externos do microcontrolador); temporizadores e Contadores; *clock* e dispositivo controlador de interrupção.

O que diferencia os diversos tipos de microcontroladores são as quantidades de memória interna (programa e dados), velocidade de processamento, quantidade de pinos de entrada/saída (I/O), alimentação, periféricos, arquitetura e set de instruções.

3. 2. 1- Microcontrolador ATmega328P

O ATmega328P é um microcontrolador AVR, com tecnologia picoPower, 8 bits de baixa potência fabricado pela ATMEL. É um microcontrolador de arquitetura RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) avançada. Executando a maioria das 131 instruções em um único ciclo ele se aproxima de 1MIPS (Milhões de Instruções Por Segundo) ou 1MHz, permitindo uma otimização do consumo contra a velocidade de processamento.

Possui quatorze portas digitais e seis analógicas, 32 KB de memória Flash (2KB usados para o bootloader), 2 KB de memória RAM e 1KB de EEPROM. (ATMEL, 2011).

Na figura 3.11 pode ser vista a configuração dos pinos do ATmega328P

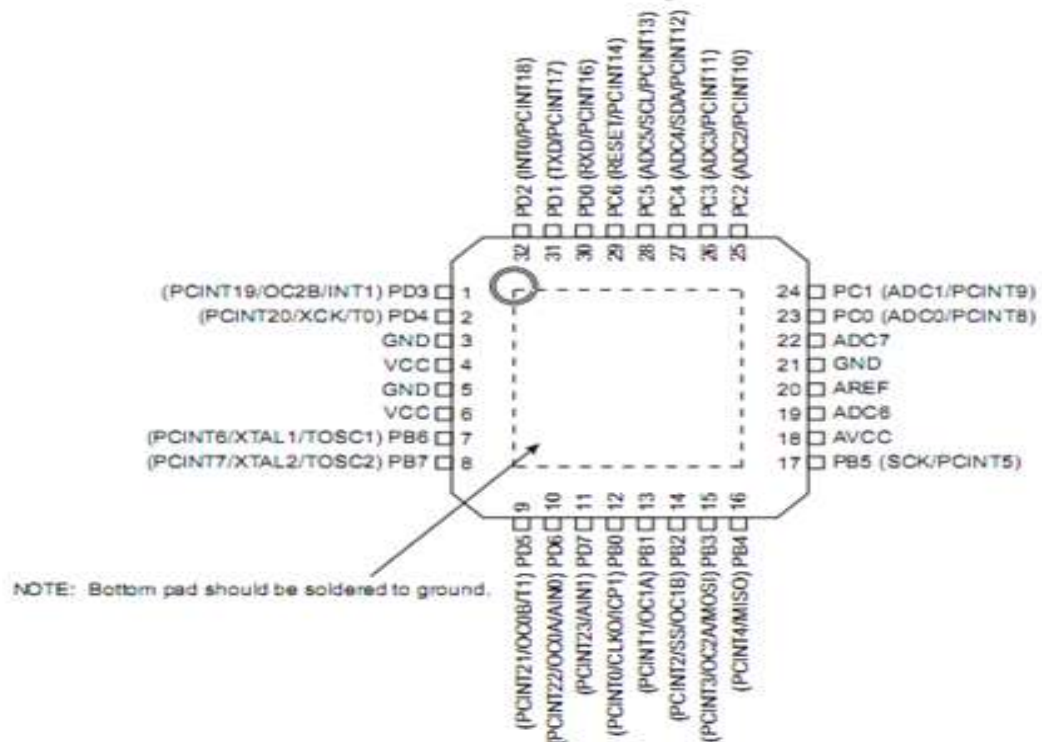


Figura 3.11 – Configuração dos pinos do microcontrolador ATmega328P (ATMEL,2011)

3.2.2 - Arduino

O *Arduino* é um microcontrolador e alguns outros componentes eletrônicos montados numa pequena placa de circuito impresso com uma interface serial para comunicação com um computador padrão PC. Nessa placa há ainda, conectores nos quais podem ser ligados outros circuitos externos, como sensores, leds, chaves, relés e pequenos motores. O *Arduino* é uma ferramenta para criação de protótipos de eletrônica baseada no conceito de *software* e *hardware* livres.

São chamados de *software* e *hardware* livres aqueles projetos que são criados para o domínio público, ou seja, que podem ser copiados e modificados por outras pessoas conforme suas necessidades e depois colocados de volta ao domínio público de modo que outros usuários possam usufruir dessas mudanças em seus próprios projetos.

O *Arduino* é composto por duas partes principais: um *hardware*, a placa de circuito impresso com o microcontrolador, e um *software*, o *bootloader*, um aplicativo residente na memória de programas desse microcontrolador. Externamente, existe também uma interface gráfica, um programa que roda em ambiente Windows ou Linux num computador PC ou numa máquina Apple com o Mac OS X. É nessa interface gráfica ou ambiente de desenvolvimento integrado (IDE – *Integrated Development Environment*) onde são criados os programas que vão ser carregados no *Arduino*, chamados de *sketches*, que vão dizer ao *hardware* o que deve ser feito.

Para compor o projeto foi escolhido o *Arduino Duemilanove* devido a sua capacidade de processamento e memória serem maiores do que o PIC.

3.2.2.1 – Placa *Arduino Duemilanove*

O *Arduino Duemilanove* é uma placa de microcontrolador baseada no ATmega328P.

Ele possui 14 pinos de entrada/saída digital E/S, dos quais 6 podem ser usados como saídas analógicas PWM, 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16 MHz.



Figura 3.12 – Placa *Arduino Duemilanove*, vista frontal e posterior. (AUTOR)

A sua plataforma de programação – *Arduino Alfa* - é uma IDE, para desenvolvimento de uma interface amigável para programadores. A comunicação com o computador é feita por uma porta USB, que também promove a energia. Ocorre que o *Arduino Duemilanove* pode ser alimentado tanto pela conexão USB quanto por qualquer fonte de alimentação externa.

A tensão de operação da placa pode ser uma fonte externa de 6 a 20 volts, caso o fornecimento de energia seja menor que 7V, o pino de 5V irá fornecer um valor menor do que

a sua tensão e se tornar instável e, caso a fonte de energia forneça mais de 12V, o regulador de tensão pode superaquecer e ocorrer um dano, daí ser a faixa de utilização recomendada entre 7 a 12V. No caso do projeto, a alimentação foi feita por meio de bateria convencional de 9 volts.

Pode ser feita a alimentação do *Arduino Duemilanove* por meio de pinos de V_{in} , 5V, 3.3V e GND (terra), conforme pode ser visualizado na figura 3.15.

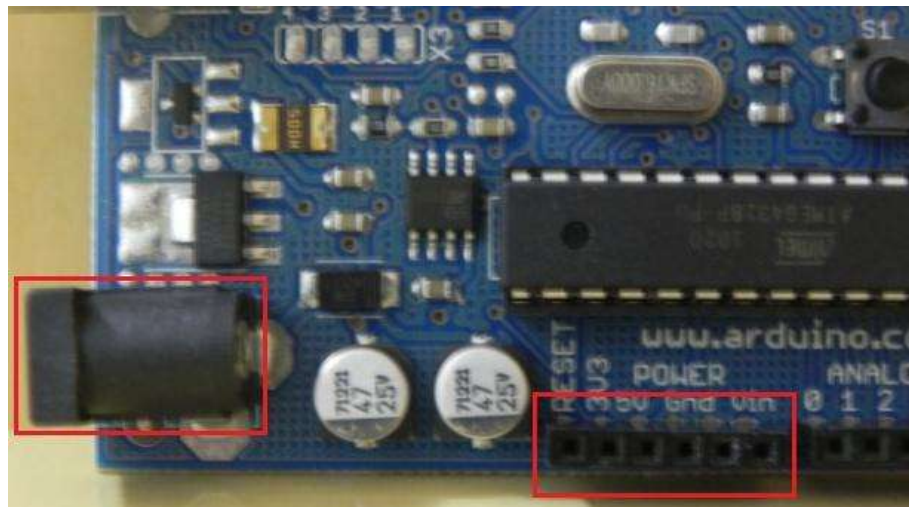


Figura 3.13 – Alimentação do *Arduino Duemilanove*. (AUTOR)

A linguagem de programação da Plataforma Arduino é o *Wiring* e o ambiente de desenvolvimento é baseado em *Processing*, e dependendo do projeto a ser desenvolvido podem ser realizados de duas formas:

- *Stand-alone*: os sensores conectados nas portas de entrada ou saída enviam os dados para o microcontrolador, que por sua vez realiza o processamento e posteriormente é realizada alguma tarefa.

- *Dependente de Software*: o *Arduino* está conectado ao computador e, a medida que os dados são lidos (analógico ou digital), são enviados para um software em execução, em Flash, Visual Studio, Java, por exemplo, que recebe os dados, via porta serial, efetua o devido processamento para realização da tarefa.

O diferencial da plataforma *Arduino* é que permite ao usuário comprar uma placa já devidamente montada pelo fornecedor ou o próprio usuário pode montá-la (seguindo as referências dos componentes e nas descrições do projeto). Com isso, é possível adquirir e

aprimorar conhecimento de seu funcionamento e caso surja uma necessidade de modificação, a licença open-source garante isso.

3.3 – Válvula Solenóide

As válvulas solenóides hidráulicas são válvulas eletromecânicas utilizadas para controlar o fluxo de água. Estas válvulas solenóides usam uma bobina magnética eletromecânica que move um êmbolo em direção a um pequeno orifício para bloquear o fluxo de água. Como a bobina é ativada eletricamente, a válvula pode ser ligada remotamente através de programação, por sensores ou outro dispositivo.

Consistindo de uma bobina solenóide e uma válvula, as válvulas solenóides convertem energia elétrica em energia mecânica para abrir ou fechar a válvula, fazendo a liberação ou distribuindo os líquidos ou gases como o ar.

São feitas de uma variedade de materiais, incluindo plásticos ou metais, sendo que o aço inoxidável é usado geralmente por causa de suas qualidades sanitárias e por ser resistente à corrosão. As válvulas solenóides são escolhidas em detrimento de outros modelos de válvulas, como as válvulas de borboleta ou de esfera, porque as válvulas solenóides oferecem a capacidade de estarem ativadas remotamente.

A válvula solenóide usada no projeto é da marca Deca, de duas vias, com acionamento elétrico de 12 volts e pode ser vista na figura abaixo.



Figura 3.14- Válvula solenóide usada no projeto (AUTOR)

3.4 – Chuveiro

Hoje um elemento imprescindível em toda residência, o chuveiro na realidade é um equipamento bastante antigo; Pinturas e vasos retratam sua existência no Egito e na Grécia, e seu uso nas casas de banho da Roma antiga era comum. No Japão, em forma de uma torneira, era equipamento indispensável para a limpeza que antecedia o banho nas banheiras de imersão, fazendo parte do ritual de higiene.

Encontram-se disponíveis no mercado os chuveiros elétricos, a gás, solares e os híbridos. Estes resultam da união de dois métodos: aquecedor solar para captar energia nos dias ensolarados e chuveiro elétrico para quando estiver chovendo..

Como não faz parte do projeto a temperatura da água, para compor o protótipo foi usado chuveiro ducha fria alumínio, 04"x ½".



Figura 3.15 - Chuveiro ducha fria usado no projeto (AUTOR)

3.5 – Componentes do Circuito

Foram utilizados para confeccionar o circuito do protótipo os seguintes elementos, que podem ser visualizados na figura 3.16

– Optoacoplador: serve como chaveamento. A sua principal função é separar cada circuito um do outro.

- Relé: chave elétrica responsável pela liberação ou não do pulso elétrico à válvula solenóide
- Transistor: serve como filtro de corrente para não queimar o microcontrolador
- Diodos: impede que os pólos sejam invertidos, impedindo que o pulso elétrico percorra outro caminho que não o desejado.
- Resistências: funcionam como filtro de tensão, evitando que os componentes que a procedem sejam danificados.

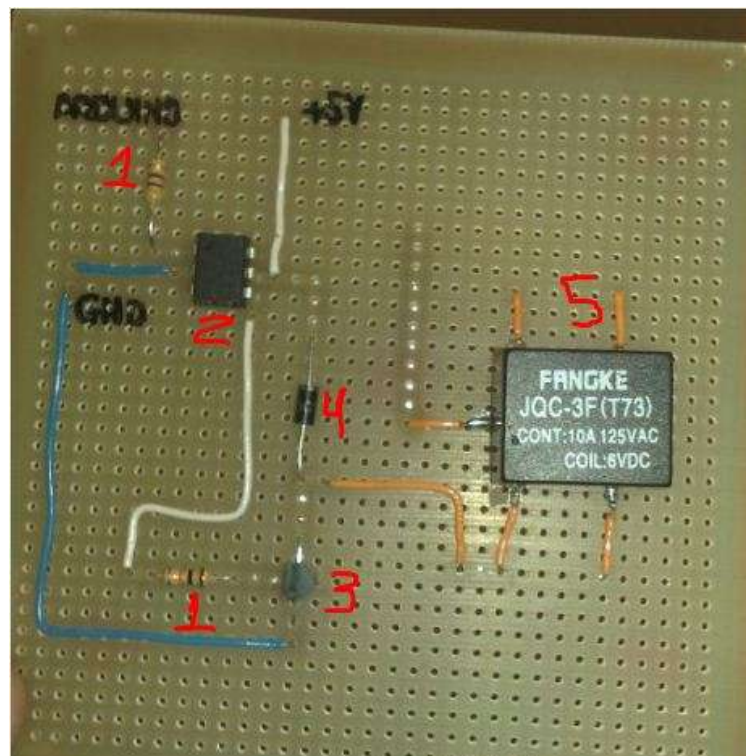


Figura 3.16 - Componentes do circuito: 1- resistências; 2 - opto-aclopador: 3- transistor: 4 – diodo: 5- relé. (AUTOR)

CAPÍTULO 4 – MODELO PROPOSTO

4.1 – Apresentação do modelo proposto.

A proposta deste projeto é criar um protótipo de um chuveiro acoplado a um sensor infravermelho de distância que ligue e desligue de acordo com o reconhecimento pelo sensor da presença ou não de uma pessoa em seu alcance. Neste dispositivo, são necessários componentes de *hardware e software* atuando de forma conjunta, de modo a permitir o funcionamento correto, sendo para tanto necessário seguir alguns passos.

O processo de funcionamento do dispositivo se inicia com um sistema criado a espera de um corpo que interrompa o campo de atuação do sensor. A partir do momento em que o corpo entra neste campo, um valor é obtido pelo sensor e, uma vez detectada a presença do usuário neste raio de ação, o sensor envia pulsos ao microcontrolador que aciona comandos de acordo com a programação feita no software *Arduino Alpha*. Nas figuras abaixo são ilustrados o funcionamento do protótipo e o escopo do projeto.

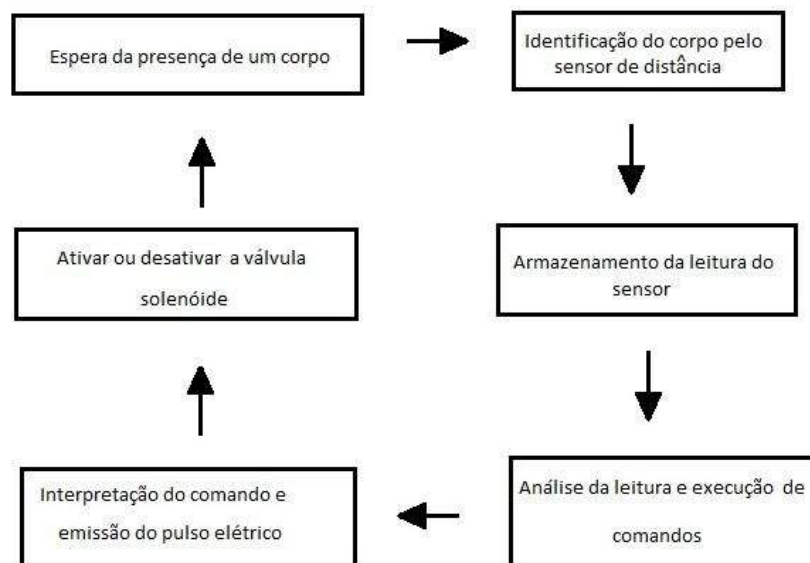


Figura 4.1- Representação geral do funcionamento do protótipo

4.2 – Esquemático do protótipo do projeto

No decorrer do processo de montagem, programação e teste, é necessário traçar e construir um sistema físico que funcione como suporte para a integração de todos os

componentes do projeto.



Figura 4.2 – Mostra o protótipo, visto de vários ângulos. (AUTOR)

O projeto é composto, fisicamente, por um microcontrolador, sensor infravermelho de distância, válvula solenóide, circuito elétrico e chuveiro.

O sensor uma vez em funcionamento efetua leituras com valores diferentes independentemente da presença de um usuário ao seu alcance.. Todavia se um usuário permanece dentro do alcance do sensor, os valores obtidos continuam variando, com a diferença de que estes novos valores são significativamente superiores aos anteriores, ou seja, aqueles obtidos sem a presença do usuário

A figura, 4.3, composta de duas reproduções que representam os valores calculados pelo sensor em uma única leitura. Estes valores são exibidos com a utilização do monitor *serial* da IDE, *Arduino Alpha*, utilizada para a programação do microcontrolador. Com essa figura é possível demonstrar que mesmo sem objeto no alcance do sensor, os valores oscilam de forma não padronizada.

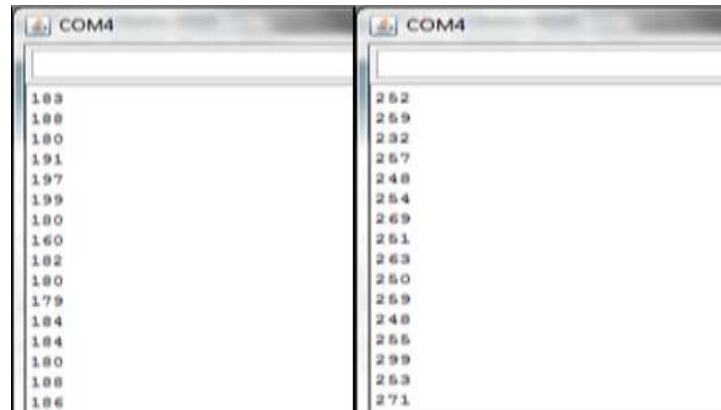


Figura 4.3 - Mostra os valores obtidos em uma única leitura efetuada pelo sensor, sem a presença de usuário em seu alcance. (AUTOR)

A proposta do Autor para a programação do microcontrolador é a de utilizar a variação dos valores obtidos pelo sensor em diferentes distâncias e analisar o comportamento delas em pequenas amostras. Em outras palavras, quando um usuário interrompe o raio de atuação do sensor, novos valores são encontrados e ficam variando entre si, em pequenos valores.

A partir do momento em que o usuário interfere no raio de ação do sensor os valores se alteram consideravelmente em relação àqueles obtidos na distância inicial, mas mesmo assim continuam alterando entre si em pequenos valores. A figura 4.4, é composta por duas imagens que mostram a mesma leitura obtida pelo sensor quando o usuário interfere no seu raio de atuação..

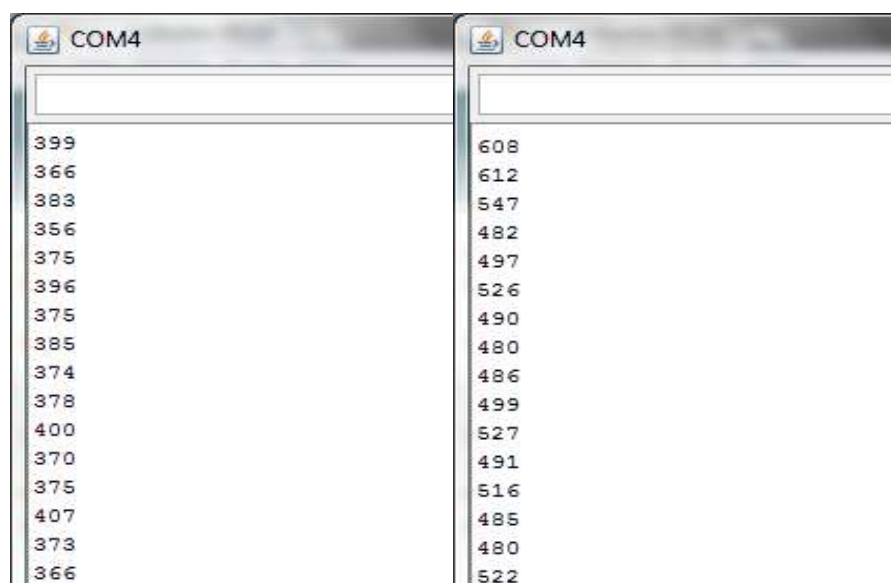


Figura 4.4 - Figura mostrando os valores de uma única leitura com a presença do corpo no raio de atuação do sensor. (AUTOR)

Os valores obtidos permitem analisar se o corpo está ou não presente e, com base nesta percepção é desenvolvido um código para o microcontrolador. No entanto, as pequenas variações nos valores, que ocorrem quando se tem ou não um corpo posicionado no raio de alcance do sensor, é assimilado pelo código e pela lógica. Esses novos valores são tratados como se o corpo estivesse presente ou não no alcance do sensor.

Essas variações obtidas implicam ao *Arduino* a presença de um corpo. Após a análise de uma amostra de valores e interpretação do código, o *Arduino*, comanda o pulso que, passando por um circuito especialmente desenvolvido para o propósito, ativará a válvula.

Para evitar esse tipo de problema (oscilação do sinal recebido do sensor), é proposto definir um valor padrão de leitura como segurança. Este valor padrão é baseado no armazenamento do maior valor lido, sem a presença do usuário, em uma variável que será acrescida de 10% deste valor armazenado.

A idéia de se colocar essa “tara” é para evitar que as alterações nos valores forcem o código criado a emitir ou não o pulso ativador da válvula, sem que ninguém esteja presente no raio de atuação do sensor e, principalmente, para melhorar a precisão do sensor no julgamento do corpo presente.

Em outras palavras, criar um valor padrão de atuação para que apenas os valores maiores que os registrado na “tara” sejam de fato utilizados para emitir o pulso ativador da válvula. Para isso, é realizado um processo de calibração do sensor para que os valores lidos com o corpo presente sejam maiores que os da leitura inicial sem um corpo atuando no raio de atuação do sensor.

Após o processo de calibração um corpo pode transitar livremente dentro do campo de reconhecimento do sensor, pois o valor de segurança é calculado e armazenado em uma variável, fazendo com que qualquer valor menor seja desconsiderado.

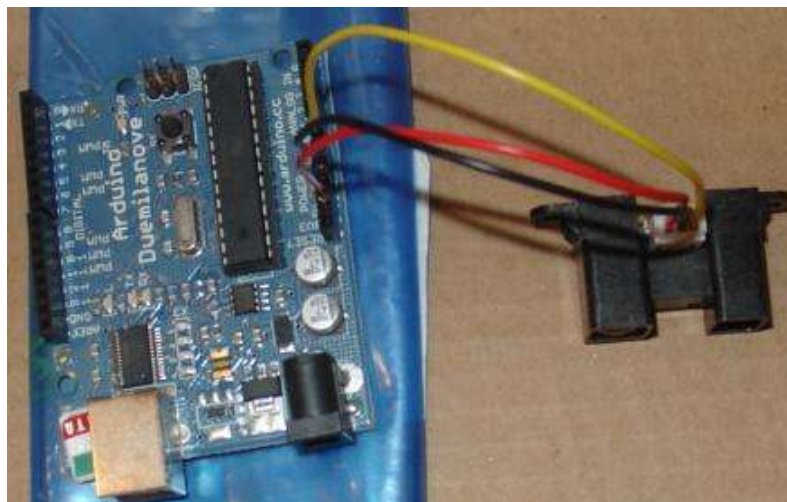


Figura 4.5. - Sensor acoplado ao Arduino

4.3 – *Hardwares e Softwares do modelo proposto*

Para a consolidação do projeto, em nível de software, é utilizado o software gratuito *Arduino Alpha* e um código desenvolvido pelo Autor, para ser utilizado no microcontrolador.

O *Arduino Alpha* é um software gratuito que faz a função de *Compilador*, ou seja, tem a função de compilar o código desenvolvido pelo Autor e orientar o microcontrolador em certos aspectos de interatividade entre o microcontrolador, circuito e sensor. O código desenvolvido pelo Autor para controlar o microcontrolador é em linguagem *wiring*.

Em nível de *Hardware* foram utilizados os seguintes componentes: válvula solenóide, sensor infravermelho de distância, microcontrolador *Arduino Duemilanove*, transistor, relé, resistência, diodo e optoacoplador, cada qual exercendo uma função específica dentro do sistema.

A válvula solenóide é responsável por reter e liberar a passagem de água, de acordo com os pulsos enviados pelo sensor/microcontrolador. Ao sensor cabe verificar se há ou não corpo presente sob o chuveiro, e, microcontrolador, por seu turno, vai verificar as informações transmitidas pelo sensor e enviar o comando adequado para a válvula solenóide.

Os demais componentes (diodo, optoacoplador, resistência, transistor e relé) formam um circuito com a finalidade de evitar que a corrente retornada pela válvula solenóide queime o microcontrolador.

4.3.1 – Calibração do sensor

Em nível de programação do microcontrolador, ocorreu um processo de calibração do sensor de distância tendo em vista o valor padrão adotado pela média aritmética das leituras do sensor sem um corpo presente. Como mencionado anteriormente, esse valor padrão de segurança tem o objetivo de evitar que o microcontrolador envie o pulso elétrico que ativa a válvula sem que haja presença de um corpo.

Na figura 4.6, é visualizado o código criado em linguagem *wiring*, utilizado para obter o valor padrão de amostras de quinhentos (500) registros. O valor reflete diretamente a o maior valor lido pelo sensor, sem a presença de um usuário, acrescido de 10% deste mesmo valor.

```
while(ct!=500){
  primeiro = analogRead(pin);
  if (primeiro > maior)
  {
    maior=primeiro;
  }
  ct=ct+1;
}
maior_seg=(maior * 1.1);
```

Figura 4.6 - Código criado em linguagem *Wiring* para calibração do sensor

Uma vez obtido o valor padrão que fica armazenado na variável '*maior*', ocorre também o cálculo de um valor de segurança que equivale ao maior valor, mais dez por cento (10%) do mesmo. O valor de segurança é armazenado na variável '*maior_seg*' e este é o valor que de fato é utilizado como valor de segurança, mencionado anteriormente. O objetivo de se calcular o valor de segurança é para evitar que o sensor de distância, devido a sua oscilação de leitura, comporte-se como se houvesse um usuário no seu raio de atuação, quando na realidade não há..

4.4 – Montagem do Circuito.

Esta etapa do projeto é muito importante, pois a válvula solenóide quando ativada retorna uma alta taxa de corrente para o circuito podendo queimar o que estiver no caminho da corrente. Como fazer para solucionar este empecilho? Com um circuito montado especificamente para esse propósito, onde são utilizados alguns componentes eletrônicos: um

optoacoplador é usado para chaveamento, um diodo para que o percurso do circuito se faça em um único sentido, resistências são usadas na entrada de alguns componentes para que não sejam danificados, um relé é colocado para chaveamento e por fim um transistor que tem a função de “filtro”. A figura 4.7 mostra o circuito montado na placa de fenolite (AUTOR)

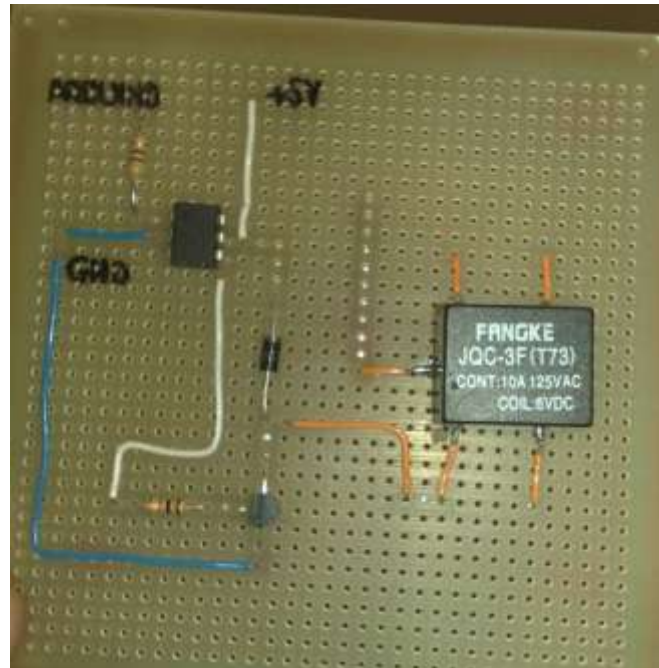


Figura 4.7- Circuito montado na placa de fenolite. (AUTOR)

4.5 – Execução do Processo

Para uma correta execução e utilização do protótipo do projeto, a calibração do sistema se torna necessária. O primeiro passo é ligar o sistema na fonte de energia, e, na seqüência, calibrar o sensor. Uma vez o sistema calibrado, já é possível utilizar as informações do sensor para que o microcontrolador libere o pulso elétrico que ativa a válvula solenóide.

4.5.1 – Funcionamento do sensor junto ao sistema

Primeiramente, o sensor de distância envia continuamente um feixe infravermelho, que ao encontrar um corpo, o feixe é refletido no sensor, fornecendo assim um valor para o microcontrolador, que corresponde à tensão de saída do sensor de distância.

Quando o feixe infravermelho é refletido no receptor do sensor, é gerada uma diferença de potencial (V) que é fornecida ao microcontrolador. No entanto, o valor recebido, após a chegada do feixe infravermelho refletido no receptor, é convertido, digitalmente, por um conversor AD (conversor analógico/digital) para ser lido pelo microcontrolador.

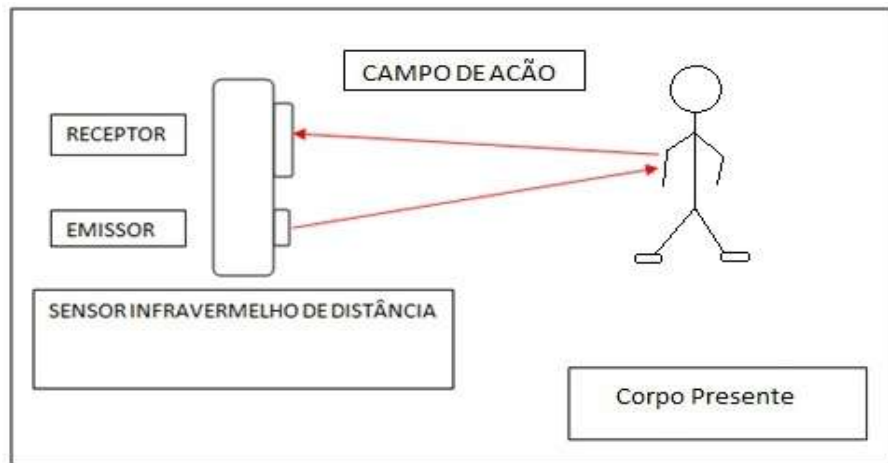


Figura 4.8 – Figura ilustrativa de um feixe infravermelho saindo do sensor de distância e sendo refletido no corpo presente. (AUTOR).

O cálculo da tensão é realizado no sensor de distância e passado para o microcontrolador que, utilizando o código nele compilado, armazena esses valores em um vetor numérico. Antes de o vetor armazenar o valor, há uma validação para precisar se a tensão obtida pelo sensor é correspondente a um corpo que interrompeu o raio de ação do sensor, ou se é a tensão obtida pela reflexão do infravermelho no seu alcance máximo. Caso a tensão seja de um corpo, o valor digital é armazenado no vetor.

A seguir, é mostrado um trecho do código que exemplifica a validação da tensão e o processo de armazenamento do valor no vetor.



```

File Edit Sketch Tools Help
Sketch: sketch_sun06a | Arduino - no connection

}

void loop(){
  primo=analogRead(pin);
  if (primo < maior_seg){
    Serial.println("Em espera");
  }
  meio=analogRead(pin);
  if(meio > maior_seg){
    while(1)
    {
      meio=analogRead(pin);
      delay(500);
      if(meio > maior_seg)
      {
        Serial.println("*****");
        Serial.println(meio);
        delay(100);
        digitalWrite(led,HIGH);
        delay(200);
      }
    }
    if(meio<maior_seg){
      digitalWrite(led,LOW);
      break;
    }
  }
}

```

Figura 4.9 – Figura ilustrativa sobre o processo de armazenagem dos valores no vetor. (AUTOR).

Primeiramente é calculado o valor da variável '*primo início*'. Essa variável tem a função de armazenar o primeiro valor calculado pelo sensor que equivale a um valor qualquer baseado na reflexão do feixe infravermelho. Necessariamente, o primeiro valor calculado será menor que o valor armazenado em '*maior_seg*'. Isso se deve ao fato de que após a calibração do sensor, a variável '*maior_seg*' recebe o maior valor dentre os 500 valores obtidos, além da adição de dez por cento (10%) ao seu valor original.

As condições, '*if(primo < maior_seg)*' e '*if(meio > maior_seg)*', servem unicamente, para garantir que o sistema esteja funcionando, ou seja, verificar se os valores calculados pelo sensor são, necessariamente, menores que a distância de segurança, garantindo que nenhum corpo se interpôs no campo de ação do sensor.

A partir do momento que se passa pelas duas condições, a estrutura de repetição '*while(1)*' assegura que o sistema só passará para a próxima etapa se algum objeto interromper o seu campo de ação. Enquanto nenhum objeto for identificado, os valores digitais das tensões são armazenados, temporariamente, na variável '*meio*' que em seguida é validado pela condição '*if(meio < maior_seg)*'.

Caso o valor armazenado em '*meio*' seja maior que a tensão armazenada em '*maior_seg*', significa que algum corpo se interpôs no campo de ação fazendo com que a condição mostrada acima, passe a ser verdadeira e que o valor registrado na variável '*meio*' seja alocado no primeiro espaço do vetor, sobrescrevendo qualquer valor, anteriormente

armazenado. Quando um corpo interrompe o campo de ação em um ponto qualquer o sensor identifica a sua presença.

A figura 4.10 ilustra o comportamento do sistema quando o objeto entra no raio de ação do sensor.

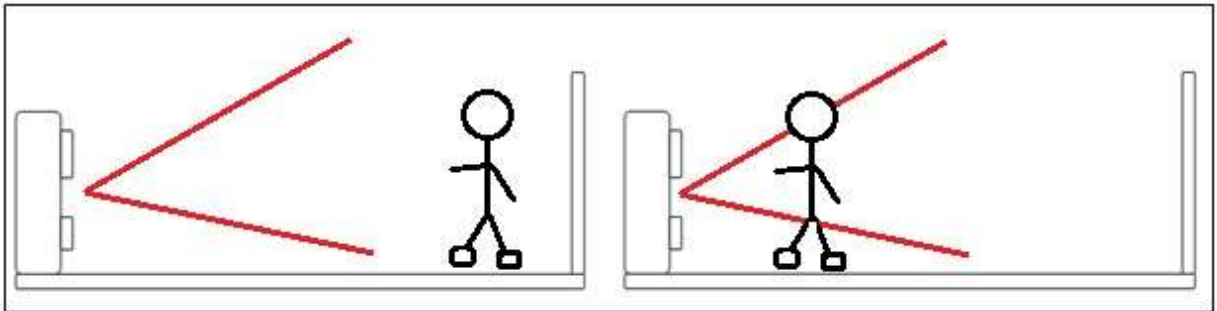


Figura 4.10 – Sensor com o objeto fora do seu raio de ação e, em outra tomada, o objeto já dentro do seu raio de ação. (AUTOR).

Após o primeiro valor ter sido armazenado no vetor, assim que o corpo entra no campo de ação do sensor, ele registra novos valores de tensão que são passados, digitalmente, para o microcontrolador. O código compilado nele, como explicado anteriormente, realiza testes e armazena esses novos valores no vetor.

É com base na análise deste vetor que se decide o que deve ser enviado ao microcontrolador para que seja enviado o pulso elétrico ativador da válvula solenóide.

4.5.2 – Análise dos valores do vetor

Após o corpo ter entrado no campo de ação e os valores das tensões terem sido gravadas no vetor, inicia-se o processo de análise da tendência para saber se deve ou não liberar o pulso elétrico que ativa a válvula solenóide. A figura 4.11 ilustra um trecho do código, compilado no microcontrolador, responsável por analisar os valores armazenados no vetor para saber se a válvula deve ser ativada.

```

while(1){
  Serial.println("*****");
  Serial.println(meio);
  delay(100);
  digitalWrite(led,HIGH);
  meio=analogRead(pin);
  delay(300);
  if(meio < maior_seg)
  {
    break;
  }
  Serial.println(timer);
  timer=timer+1;
  if(timer == 50)
  {
    break;
  }
}
if(meio<maior_seg || timer == 50){
  digitalWrite(led,LOW);
  break;
}
}
}
}

```

Figura 4.11 – Figura ilustrativa da IDE com o código responsável por analisar os valores armazenados no vetor. (AUTOR).

Para efetivar se há de fato a presença de um corpo, a lógica do código programado trabalha em cima de *comparativos*. Essas *comparações* têm o objetivo de armazenar um valor unitário a partir da comparação dos valores armazenados no vetor.

O código simplesmente compara o valor da variável “*meio*” com a variável “*maior_seg*”. Quando há um corpo presente no campo de ação do sensor, a variável “*meio*” sempre será maior do que a variável “*maior_seg*”, sendo assim, satisfeita a condição. Com isso é enviado um pulso pela a porta de saída do microcontrolador que deve chegar à válvula por meio de um circuito, fazendo com que seja acionada liberando o fluxo de água, como ilustrado na figura 4.12.



```

void loop(){
  primo=analogRead(pin);
  if (primo < maior_seg){
    Serial.println("Em espera");
    meio=analogRead(pin);
    if(meio > maior_seg){
      while(1)
      {
        meio=analogRead(pin);
        delay(500);
        if(meio > maior_seg)
        {
          Serial.println("*****");
          Serial.println(meio);
          delay(100);
          digitalWrite(led,HIGH);
          delay(200);
        }
      }
      if(meio<maior_seg){
        digitalWrite(led,LOW);
        break;
      }
    }
  }
}

```

Figura 4.12 – Figura ilustrativa da IDE com o código responsável por analisar a condição citada acima e enviar o pulso pela saída do microcontrolador. (AUTOR).

Para configuração do timer, que deve limitar o uso do chuveiro para 10 minutos ininterruptos, diante do posicionamento do usuário no raio de ação do sensor, foi gerado o código (como mostra figura 4.13) baseado na conta dos ciclos que o código faz entrando e saindo na função “*serial.println(timer);*”. Cada vez que o compilador passa pela função “*serial.println(timer);*” o contador “*timer*” adiciona +1 ao seu valor, quando o número de ciclos chegar a 1250 (que será o mesmo valor agregado ao contador timer) a compilação executa o comando “*break*”, pausando todo o sistema. Esses 1250 ciclos são equivalentes a aproximadamente 10 minutos.

Para demonstração na banca foram usados 50 ciclos que são equivalentes a aproximadamente 25 segundos, como mostra figura 4.13

```

Serial.println(timer);
timer=timer+1;
if(timer == 1250)
{
  break;
}

```

```

}
Serial.println(timer);
timer=timer+1;
if(timer == 50)
{
  break;
}

```

Figura 4.13 - Da esquerda para direita, visualiza-se o código do timer original e código do timer para apresentação à banca. (AUTOR)

4.5.3 – Processo de acionamento da válvula solenóide

Uma vez executadas as tarefas anteriores, com relação ao sensor infravermelho de distância, após a “*compilação*” do código pelo microcontrolador, caso haja algum corpo presente no raio de ação do sensor, o microcontrolador emite um pulso elétrico que passa por uma resistência de 470 Ohms, que tem a função de filtrar a tensão que entra no optoacoplador. Esta tensão que entra a aproximadamente 5V, após passar pela resistência atinge a mais ou menos 1,6V. Indo rumo ao optoacoplador este pulso elétrico entra pela porta 1 e sai pelas portas 4 e 5, e sua porta 2 é ligada ao terra. O optoacoplador tem como objetivo principal isolar um circuito de outro fazendo seu chaveamento, dividindo, assim, o pulso em 2 sentidos, a saber:

- Saindo da porta número 5, o pulso é realimentado por uma tensão externa de 5V, (oriunda de uma saída de tensão do microcontrolador), segue para um circuito em paralelo onde tem-se um diodo, cuja função é impedir que o pulso tome um caminho contrário ao almejado, e feche contato com o relé.

- Saindo da porta número 4, o pulso segue para uma outra resistência, agora de 10K Ohms, que filtra a tensão para o transistor responsável por dissipar cargas no aterramento, evitando assim que algum componente seja danificado, e amplificar algum sinal que perdeu força durante o percurso.

Assim que os dois caminhos se unem, próximos ao coletor do transistor, o pulso fecha o circuito da bobina do relé que entra em funcionamento, acionando a chave do relé dando passagem ao pulso que, realimentado (após o relé) por uma fonte externa de 12V coloca em funcionamento a bobina da válvula solenóide responsável pela liberação da trava

eletromagnética que libera o fluxo de água para o funcionamento do chuveiro. Com a figura abaixo, que mostra o esquemático do circuito, pode-se entender melhor todo o caminho percorrido pelo pulso elétrico.

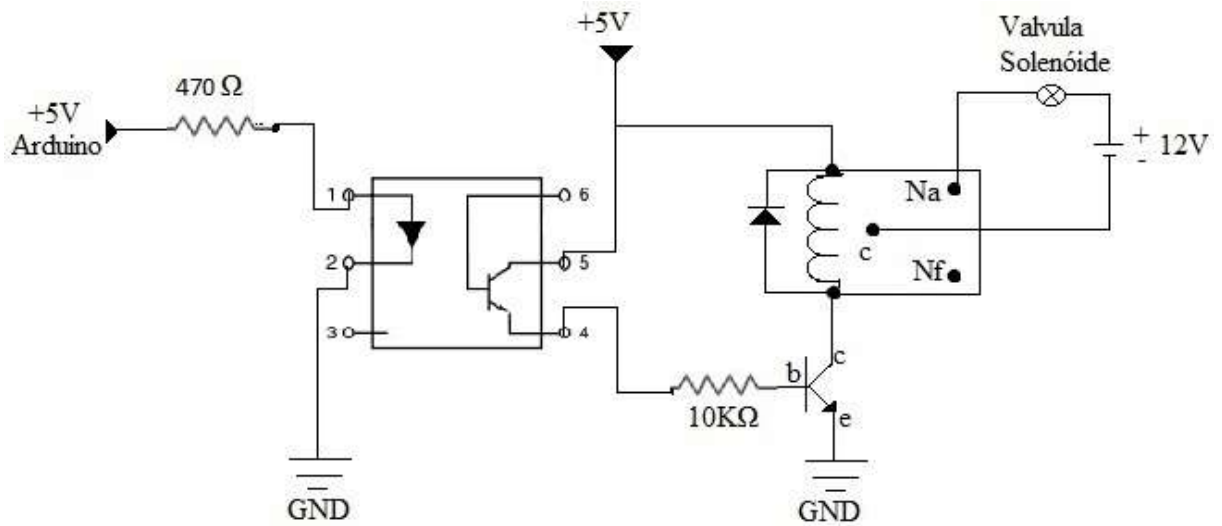


Figura 4.14 – Esquemático do circuito completo. (AUTOR)

CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO PROPOSTO

5.1 – Aplicação do Protótipo Proposto.

O protótipo tem por finalidade realizar quase que a mesma função de um chuveiro convencional. A sua aplicação visa economia de água, levando em consideração ao problema exposto nos Capítulos 1 e 2. Com isso, pode-se inferir que sua funcionalidade ainda é para fins acadêmicos, pois nos diversos testes realizados no protótipo ficou claro que alguns itens apresentam eventos no momento da aplicabilidade.

Pelos resultados obtidos e custos com todos os equipamentos utilizados para a montagem do protótipo, verifica-se ser de um valor excessivo, considerando os equipamentos e tecnologias utilizadas como descrito adiante.

O projeto é considerado válido se ao final da implementação realizar as funcionalidades descritas nos itens do Capítulo 1, no caso, o controle (liberar e cessar água) do chuveiro por meio do sensor infravermelho de distância.

5.2 – Descrição da Aplicação do Protótipo

Primeiramente é ligada a energia do sistema, e é dado início ao processo de calibração, e análise de valores obtidos pelo sensor. Após a calibração do sensor, assim que um corpo interrompe o seu campo de ação, é feita a definição do comando correto pelo microcontrolador para emitir um pulso elétrico que ativa a válvula solenóide.

Após a emissão do pulso, o mesmo passa por um circuito especificamente montado para o propósito, onde este pulso com a ajuda do circuito aciona a bobina da válvula solenóide gerando um campo magnético. Este campo “libera” a trava da válvula, deixando assim o caminho aberto para passagem de água (figura 5.1), fazendo com que o chuveiro entre em funcionamento.

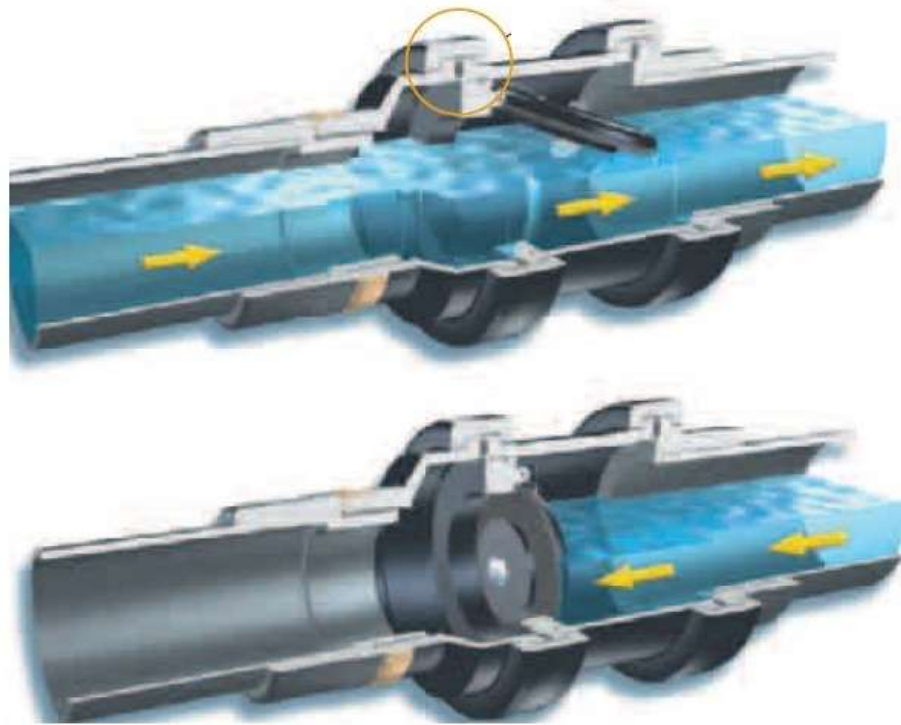


Figura 5. 1 – Esquemático do funcionamento da válvula solenóide

5.3 – Resultados do Projeto

5.3.1 – Resultados esperados

O resultado esperado do conjunto *software* e *hardware* é o funcionamento das atividades de liberar e cessar o fluxo de água para o funcionamento do chuveiro utilizando um sensor de distância e válvula solenóide. Com o sistema ativo é possível saber se há um usuário debaixo do chuveiro. Após o reconhecimento deste usuário, o sensor envia um pulso que libera a válvula solenóide.

Por parte da alimentação do sistema, espera-se que seja de modo prático e rápido, apenas conectando uma fonte de tensão 12 Volts na tomada e o sistema esteja ativado por inteiro.

Na utilização do sensor de distância, não foi esperada a necessidade de um tempo para sua calibração para só então detectar a presença ou não de um usuário sob o chuveiro. Foi esperado que o sensor possuísse um alcance considerável para melhor precisão de sua medida.

Na válvula solenóide, foi esperado que assim que o sensor fizesse o reconhecimento ela fosse acionada e abrisse imediatamente o fluxo de água e quando o sensor determinasse que não havia mais um usuário sob o chuveiro, a válvula, interrompesse seu funcionamento voltando a reter o fluxo de água. Se a implementação do protótipo ocorresse de conformidade com o esperado o equipamento seria bem útil no âmbito doméstico, fácil de usar e simples de ser instalado, e cumprindo com seu objetivo principal: economia de água.

5.3.2 – Resultados obtidos

O protótipo do projeto foi capaz de acionar a válvula solenóide fazendo com que ela liberasse e retivesse o fluxo de água do chuveiro de acordo com o reconhecimento do sensor infravermelho de distância.

Inicialmente, foi usado um sensor infravermelho de presença da DOCOL, próprio para torneiras eletrônicas, porém devido a sua arquitetura fechada não foi possível alterar funções importantes como alcance e precisão.

Devido ao ocorrido foi trocado o sensor da DOCOL por um sensor infravermelho de distância SHARP GP2Y0A02YK0F que diferentemente do anterior, necessita de um microcontrolador para trabalhar em conjunto para atender as necessidades do projeto. O novo sensor - SHARP GP2Y0A02YK0F - assim que ligado necessita de alguns segundos sem interferência em seu campo de ação, para calibrar-se e então poder emitir dados para o microcontrolador *ATmega328P* para análise e validação do mesmo, o que foi eficaz.

Para que o microcontrolador *ATmega328P* possa auxiliar o sensor a realizar a função que o projeto demanda, necessita de uma programação a ser feita por um software que não estava no plano original do projeto, mas, que não gerou muitos problemas por sua linguagem de programação (*wiring*) se assemelhar bastante às linguagens já conhecidas pelo autor.

Apesar de, em nível de *hardware*, o sensor infravermelho de distância SHARP GP2Y0A02YK0F ter resolvido a questão do alcance e melhor precisão de leitura do que o sensor originalmente utilizado necessita de um microcontrolador para trabalharem em conjunto.

Como esperado, o valor a ser trabalhado no código-fonte era para ser uma distância, no entanto, durante testes foi possível verificar que o valor de saída do sensor era o valor de sua tensão digitalizada. Como em diferentes distâncias, as tensões variavam, bastava observar

o comportamento delas para projetar o código completo do microcontrolador, e, com isso não houve a necessidade de utilizar o posicionamento exato do corpo como pretendido, e sim, a tensão de saída obtida pelo sensor.

Ainda em relação ao sensor, o da DOCOL foi o primeiro a ser utilizado. Este sensor possuía uma faixa de atuação variando de 1 cm a 10 cm, sendo que para o projeto proposto, é necessário trabalhar em no mínimo 50 cm de alcance. Por essa razão em alguns testes, o sensor não ativava a válvula e nem mesmo reconhecia um corpo, pois seu campo de ação era menor ou igual a 10 cm. No entanto, ao se aproximar dentro da faixa dos 10 cm de distância do sensor, ocorriam falhas em distâncias curtas, cerca de 1 a 2 cm do sensor.

Para sanar esses problemas iniciais, foi proposto mudar o sensor da DOCOL para o SHARP GP2Y0A02YK0F, que trabalha na faixa de 20 cm a 180 cm, o que serviu melhor as necessidades do projeto, realizando medidas mais exatas, que eram necessárias para perfeito funcionamento do projeto.

Em relação à válvula solenóide os empecilhos foram ainda maiores, causando, inclusive, perda de equipamentos.

Um dos primeiros testes feitos na fase inicial do projeto foi ligar diretamente sensor, microcontrolador e válvula solenóide, a fim de verificar se funcionavam corretamente.

Como era de início desconhecida se a tensão de entrada da válvula seria devolvida ao circuito em forma de corrente, assim que o sensor reconheceu um obstáculo e o microcontrolador enviou o pulso, este não foi suficiente para acionamento da válvula, já que o pulso era de 5V e a válvula necessita de no mínimo 12V. Foi então adicionada uma tensão de 7V para que os 5V vindos do microcontrolador conseguissem ativar a válvula. No entanto, assim que foi ativada, a corrente por ela devolvida foi significativamente maior do que a suportada pelo microcontrolador e acabou queimando parte de sua placa como mostra a figura 5.2.



Figura 5.2 – Mostra a placa do microcontrolador, queimada. (AUTOR)

Outro experimento realizado que provocou perda de equipamento, foi um teste de esforço da válvula solenóide, que enquanto ativada, sua bobina está em funcionamento e sofre um aquecimento. O objetivo da submissão ao esforço foi testar quanto tempo a bobina da válvula conseguia trabalhar ininterruptamente, até superaquecer ou parar de funcionar. A válvula ficou ligada por aproximadamente 40 minutos e o revestimento de sua bobina chegou a 50°C.

No dia seguinte foi feito um novo teste de esforço levando em conta que a válvula nem sempre pegaria somente 12 volts de tensão, tendo sido fornecido aproximadamente 18 volts, sendo 12 volts de sua fonte e um adicional de 4 baterias de 1,5 volts cada. A válvula ficou ativada por cerca de 20 minutos até que o revestimento de sua bobina superaqueceu, derretendo parte de sua composição (figura 5.3) e, assim sendo, a válvula não mais funcionou tendo que ser substituída por outra.

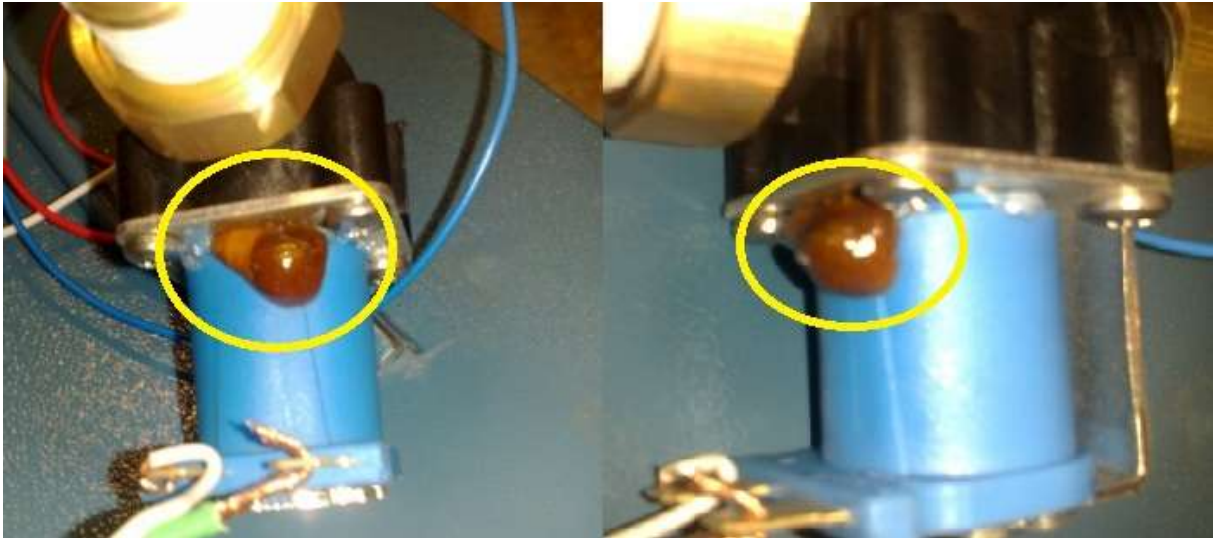


Figura 5.3 - Ilustra os danos causados na válvula solenóide, em virtude do teste de esforço, que a inutilizou. (AUTOR)

Outro empecilho da válvula solenóide é o fato dela possuir um *delay* considerável para responder às funções e, dependendo do fabricante, pode ser de 4 a 6 segundos o tempo para acionar e desativar quando estimulada eletricamente, fazendo com que, todo o sistema tenha um atraso na resposta.

O *software Arduino Alpha* é um *software* gratuito, que utiliza uma linguagem não muito conhecida para ser programado, a linguagem *wiring*, que se assemelha ao C e C++, o que dificultou um pouco o procedimento, mas não a ponto de atrasar as demais etapas.

Nos testes realizados, ocorreram alguns erros de compilação, por parte do *software*, devidos aos comandos enviados ao microcontrolador onde o *software* travava ou deixava mal compilado o código.

O *Arduino Alpha* possui uma interface gráfica que mostra a leitura do sensor, na qual são vistas as tensões de saída digitalizadas em uma janela à parte. Em alguns casos, durante o experimento, mesmo travando na leitura do sensor, ele ainda continuava sendo executado

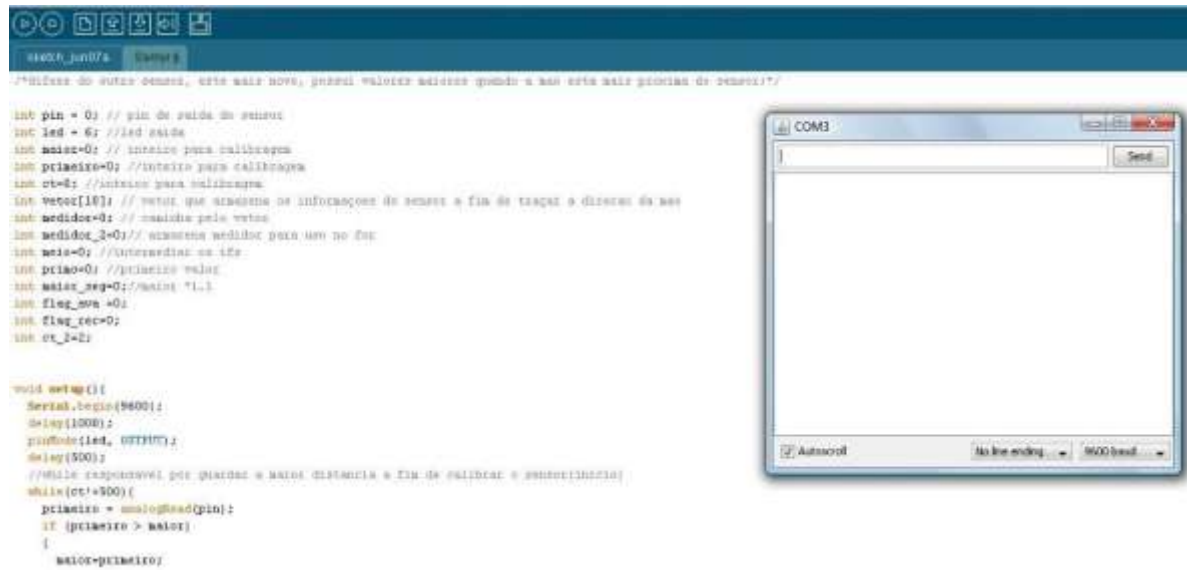


Figura 5.4 - Interface Gráfica do *Arduino Alfa*

Durante os experimentos, também foi possível verificar que era na falta de um *delay* maior no código do microcontrolador entre o comando recebido e a necessidade de enviá-lo, que compreendia o erro. Bastou colocar um *delay* entre algumas linhas do código para que melhorasse a leitura do *software*.

Outro problema de *software* ocorreu quando era mandado que o *Arduino Alpha* parasse de compilar o código. Ao receber o comando, ele fechava a janela de execução mas continuava a compilar o código, não interrompendo assim o funcionamento do sistema.

Durante o processo de testes, era esperado que o sistema uma vez ativado já pudesse ser usado, não necessitando de uma calibração, no entanto, após ser ligado o sensor requer alguns segundos para calibrar e ter sua eficiência melhorada.

Outro fator em relação ao sensor infravermelho de distância é que, com o tempo de uso seu alcance e precisão iam diminuindo até estacionar em uma distância bem mais curta que a inicial, embora ainda satisfatória para os fins do protótipo.

Quando da realização dos testes como o *software*, às vezes não parava de compilar o código, era necessário fechar todas as janelas e desligar o sistema para que ele voltasse ao normal.

5.3.3 – Comparação entre resultados esperados e obtidos

Tanto em nível de *software* como de *hardware*, os resultados foram satisfatórios, pois

o protótipo criado com o objetivo de liberar e reter água para funcionamento do chuveiro atendeu as expectativas propostas, apesar da necessidade de troca do sensor da DOCOL pelo sensor infravermelho de distância da Sharp, já que foi possível vencer o empecilho de distância e precisão que o primeiro sensor não tinha como ser alterada ou melhorada. Igualmente, não foi previsto que o sensor após ser ligado precisasse de alguns segundos para calibrar-se antes do uso.

Devido ao funcionamento da válvula solenóide, que como citado anteriormente, “transforma” tensão em corrente, devolvendo uma carga elevada que o microcontrolador não suporta, foi necessária a confecção de um circuito específico para que essa corrente fosse dispersada ao longo do percurso de volta do circuito, não retornando para o microcontrolador, fazendo com que tudo funcionasse de acordo com o proposto.

Apesar de não ter sido utilizada a distância exata entre o corpo e o sensor, mas o valor digitalizado da tensão de saída do sensor ao encontrar um obstáculo, os resultados esperados e os obtidos foram os mesmos. Isto foi possível porque no código criado no microcontrolador, apenas a variação dos valores das tensões de saída permitiam que fossem feitas análises de tendência do movimento, possibilitando a confirmação da presença de um corpo no raio de ação do sensor e, conseqüentemente, o comando correto para liberar a válvula solenóide.

Em nível de *software* de comunicação entre o microcontrolador e o sensor infravermelho de distância, a escolha do uso do *Arduino Alpha*, permitiu que os resultados esperado e obtido fossem os mesmos, no ponto de vista de o protótipo ter cumprido seus objetivos principais. Todavia, não era esperado que o software pudesse conter algumas falhas que ocorreram durante o processo de teste, como por exemplo, ao compilar o código algumas vezes o *software* travava e não mostrava o retorno da leitura do sensor e, mesmo estando travado continuava funcionando, apenas não repassando o resto das informações. Por outra, quando era comandado que o *software* desse um *stop*, ele fechava as janelas abertas mas não parava de funcionar, sendo então necessário fechar o aplicativo e desconectar a alimentação do microcontrolador/sensor.

5.4 – Custos do Projeto

Muito embora o projeto tenha características de um projeto acadêmico, a busca para diminuir o seu custo é algo necessário em todos os ambientes, mas devido a erros e a falta de conhecimento da extensão do projeto, não foi possível construir um protótipo que fosse mais

barato do que os existentes no mercado, considerando a produção de apenas um dispositivo.

Os custos do projeto foram basicamente com a aquisição de *hardware*, conectores, cabos, componentes eletrônicos, placas de acrílico e um chuveiro convencional, uma vez que o *software* utilizado, o *Arduino Alpha*, é o um *software* gratuito.

O orçamento e custo do microcontrolador, o *Arduino ATmega328P Duemilanove*, com base para esse projeto foi, o *Kit Arduino Duemilanove – iniciantes*, como pode ser visto na figura abaixo, cujo custo é em torno de R\$ 218,00. Apenas o *Arduino Duemilanove com ATmega328*, custa R\$ 108,00. A aquisição de outro *Arduino Duemilanove* foi necessária, pois o que compunha o *kit* queimou durante alguns testes.

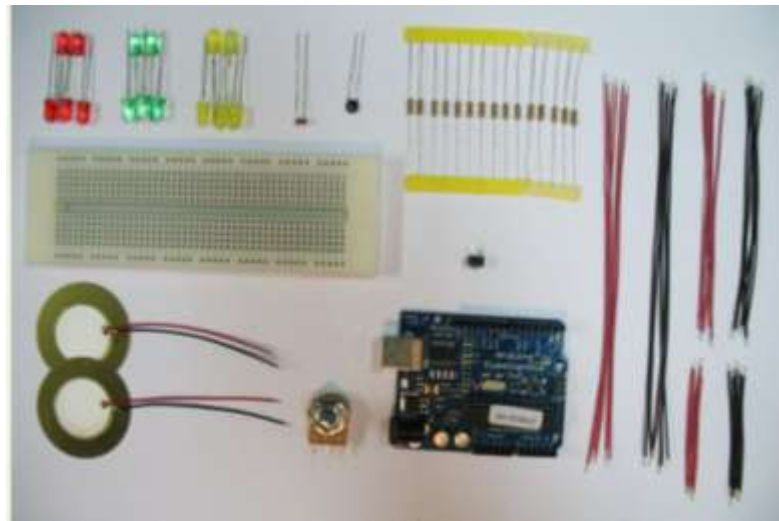


Figura 5.5 Kit iniciante do *Arduino Duemilanove*.(<http://www.multilogica-shop.com/Kit-Arduino-iniciantes>).

O mais dispendioso do projeto foi o kit para metais sanitários da DOCOL (figura 5.6) composto por um sensor de presença, uma válvula solenóide e uma fonte de alimentação 12V, para válvula e sensor, todos componentes de arquitetura fechada patenteados pela DOCOL, no valor de R\$ 650,00.



Figura 5.6 – Kit para metais sanitários da DOCOL. (AUTOR)

Devido as peculiaridades do sistema, já mencionadas anteriormente, foi necessário comprar o sensor infravermelho de distância *SHARP GP2Y0A02YK0F*, que substituiu o sensor da DOCOL, no valor de R\$ 86,00, os quais são mostrados na figura 5.7.



Figura 5.7 – Da esquerda para a direita o sensor de presença da DOCOL e o sensor infravermelho de distância *SHARP GP2Y0A02YK0F* (AUTOR)

A conexão entre o microcontrolador e o sensor infravermelho de distância se faz por meio de um conector *JST* de três pinos (figura 5.8) que foi adquirido por R\$ 6,00, a unidade.

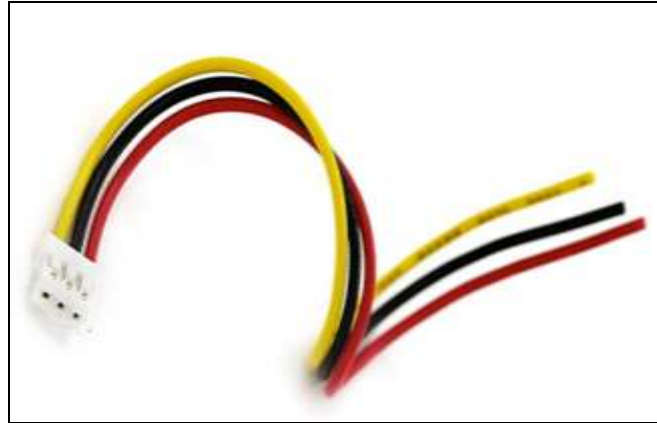


Figura 5.8 – Figura ilustrativa sobre o cabo JST de três pinos para o sensor. (Fonte: <http://www.multilogica-shop.com/cabo-para-sensor-de-infravermelho>)

Para montagem do circuito, foi necessária a aquisição de transistors, optoacopladores, diodos, relé, máquina de solda fria, refil de solda, placas de fenolite para confecção da placa do circuito e placas de acrílico para montagem da peça de apresentação do protótipo, no valor total aproximado de R\$ 215,00.

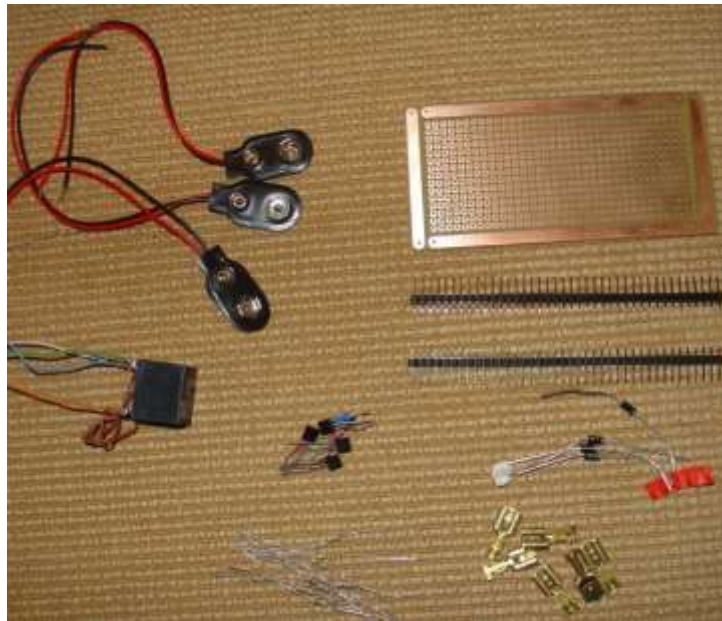


Figura 5.9 – Apresenta os componentes eletrônicos, conectores e a placa de fenolite.

Como mencionado durante os testes a válvula solenóide foi danificada, o que levou a ser adquirida outra, desta feita da DECA, por ter funcionamento igual a da DOCOL, porém a custo mais barato.



Figura 5.10 – Mostra da esquerda para a direita as válvulas solenóides da DOCOL e da DECA (AUTOR)

Finalmente, foi adquirido chuveiro ducha fria, alumínio, no valor de R\$36,00.

O quadro abaixo apresenta a comparação de valor entre o produto de mercado da DRACO Eletrônica e o protótipo deste projeto, onde estão lançados os gastos para aquisição de todos os componentes do projeto.

QUADRO COMPARATIVO ENTRE O CUSTO DO PROJETO E DO PRODUTO DO MERCADO

PROJETO DESENVOLVIDO	Descrição do Item	Valor Unitário (R\$)	Unidade	Valor Total (R\$)
	Microcontrolador Arduino	108,00	1	108,00
	Sensor Infravermelho de Distância SHARP GP2Y0A02YK0F	86,00	1	86,00
	Kit metais sanitários DOCOL	650,00	1	650,00
	Arduino <i>Alpha</i>	0,00		0,00
	Válvula Solenóide	78,00	1	78,00
	Kit Arduino	218,00	1	218,00
	Conectores JST de três pinos	6,00	3	18,00
	Componentes eletrônicos	40,00	1	40,00
	Maquina de solda Fria	20,00	1	20,00
	Refil de solda Grande	25,00	1	25,00
	Placa de Fenolite	6,00	5	30,00
	Placas de acrílico para peça de apresentação	100,00	1	100,00
	Chuveiro, ducha fria, alumínio	36,00	1	36,00
	TOTAL DO PROJETO			1.373,00
PRODUTO DO MERCADO	<i>Chuveiro Anti-vandalismo DRACO ELETRONICA</i>	1639,00	1	1.639,00

Quadro 5.1 – Quadro comparativo dos gastos com o projeto. (AUTOR).

O custo com o projeto poderia ter sido menos, mesmo porque com a quantidade de equipamentos reservas era possível montar um novo protótipo. O kit para metais sanitários da DOCOL no valor de R\$ 650,00, é um custo excessivo se for comparado ao valor total gasto com os outros componentes descritos no quadro acima. O custo total poderia reduzir bastante se todos os produtos fossem adquiridos por unidades separadas.

O maior problema enfrentado para se montar um projeto está diretamente ligado a importação e aquisição do material pela internet em outros Estados, pois itens como os microcontroladores *Arduinos*, kit de metais sanitários, válvulas, sensores e fontes de alimentação em geral foram comprados pela internet e suas respectivas entregas eram em torno de 15 a 40 dias. O cumprimento deste prazo torna-se comprometido no caso de os produtos importados ficarem retidos na Alfândega Brasileira.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO

Este projeto é voltado para a área de automação residencial, sendo que a área desenvolvida foi na automatização de um chuveiro convencional para responder ao estímulo enviado quando da presença do usuário sob o chuveiro. Para a efetivação do projeto foi necessário um sistema composto de software e hardware.

Na implementação do projeto, foi utilizado como elemento principal, um microcontrolador da família *Arduino*, responsável por realizar o controle do comportamento do sensor e emitir sinais para os demais componentes, recebendo informações do sensor infravermelho de distância, organizando o que deveria ser feito e enviando comandos para que a válvula solenóide possa ser ativada com êxito.

Foi desenvolvido, também, um circuito integrado, que possibilita a ativação da válvula solenóide sem que nenhum equipamento seja danificado pela carga por ela devolvida, quando ativada. Também, com a ajuda do teste de esforço da válvula solenóide foi possível concluir que caso necessite ser ativada por muito tempo ininterruptamente, responde satisfatoriamente, pois como revelado no teste, só sofrerá dano caso a sua tensão seja muito elevada. Em outras palavras, trabalhando nas condições padrões, a válvula solenóide pode trabalhar por longo tempo sem sofrer nenhum dano.

O sistema se mostrou satisfatório no intuito de automatizar um chuveiro convencional conforme proposto inicialmente e, de uma forma geral se mostrou muito útil, podendo ser utilizado em residenciais e em hospitais, trazendo comodidade, conforto e auxiliando pessoas que tenham certo tipo de deficiência.

6.1 - Sugestões para Trabalhos Futuros

Como sugestão para outros projetos nesta área, seria a inserção de mais sensores para melhor controle e precisão e também trabalhar em um esquema para diminuir o delay da válvula solenóide.

Para aprimoramento do projeto seria importante a utilização de sensores de temperatura para trabalhar em conjunto com o protótipo, fazendo assim o aquecimento da

água automaticamente.

A utilização de uma central programável onde o usuário escolheria a temperatura e tempo de duração do banho e a vazão de água do chuveiro traria além de conforto para o usuário economia de água, que é o propósito de tais projetos, à semelhança do projeto ora desenvolvido.

Como sugestão para outro projeto na área, seria a automação da residência por completo, tendo uma central única aonde seria possível ver e controlar a situação de cada ponto da casa de acordo com a movimentação. Essa automação poderia realizar tarefas on-line também, sendo controlado do lugar em que o usuário estiver.

BIBLIOGRAFIA

AGENCIA NACIONAL DA ÁGUA. **Atlas Brasil** de abastecimento urbano de água. Disponível em: < www.ana.gov.br/atlas>. Acesso em: 17 abr.2011

ARDUINO Duemilanove. Disponível em <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 28 maio.2011.

ATMEL, **Data Sheet. Microcontrolador ATmega 328P.** Disponível em <http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2486.pdf>. Acesso em: 21 abr.2011.

BRESSIANI **Davi & OUTROS. Sensor de Medição de Distância.** Univ. Caxias do Sul. Disponível em <<http://hermes.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam/inst/dist61.pdf>>. Acesso em: 10 maio. 2011

DIA mundial da água. Disponível em <<http://www.cmqv.org/website/artigo.asp?cod=1461&idi=1&moe=212&id=15535>> Acesso em 05 maio. 2011

ESCASSEZ de água. Disponível em < www.uniagua.org.br>. Acesso em 25 abr.2011

FABRIMAR, **Economia de água.** Disponível em: <<http://www.fabrimar.com.br/prodserv.asp?tipo=2&op=1>> Acesso em: 27 mai. 2011.

GUERREIRO, Ademir. **Medidas de diminuição de desperdícios de água.** 2009. Disponível em: <<http://www.ademirguerreiro.net/categoria/assunto-do-texto/%C3%A1gua>>. Acesso em: 05 maio. 2011

GONZALEZ, Marcelo. **Atmega-328p.- março/2011.** Disponível em: <<http://www.avrbrasil.com.br/produtos/atmega328.html>> Acesso em: 03 maio .2011

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **MANUAL;** água, conservação, uso racional e reuso. Disponível em <http://www.festivalaguano3milenio.com.br/img/Manual_-_pdf.pdf> Acesso em: 31maio.2011

MONTEIRO, Mário A. **Introdução à Organização de computadores**. 4^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

NICOLOSI, Denys Emílio Campion. **Microcontrolador 8051 detalhado**. 5^a ed. São Paulo: Érica. 2004.

OLIVEIRA, Luciano Rebouças de. **Relatório sobre a Calibração do Sensor de Distância GP2D02 da Sharp**. 2005 UFBA. Disponível em <<http://wiki.dcc.ufba.br/pub/Mecateam/DownloadsMecateam/relatriodog2p02.pdf>> Acesso em: 10 maio. 2011.

PATSKO, Luis Fernando. **Tutorial:** aplicações, funcionamento e utilização de sensores. 2006. Disponível em: <http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr5000/tutorial_eletronica_-_aplicacoes_e_funcionamento_de_sensores.pdf>

SATO, Thiago Kenji Batisti . **Sistema Automotivo de Notificação de Acidente**. Universidade Federal do Paraná. 2010. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/56405767/19/Microcontrolador>. >. Acesso em 10 maio. 2011.

SHARP, **Data Sheet, Sensor Sharp GP2Y0A02YK0F**. Disponível em: <http://www.sharpsma.com/webfm_send/1487>. Acesso em 15 maio.2011

SHARP, **GP2Y0A02YK0F analog distance sensor** 20-150cm. Disponível em: <<http://www.pololu.com/catalog/product/1137>>. Acesso em: 15 maio.2011.

SILVA, João Alexandre da, **O que é Arduino**. Disponível em <<http://www.ordemnatural.com.br/index.html>> Acesso em: 23 abr.2011.

SILVA, Marco Aurélio. **Equipe Brasil Escola**. Disponível em <<http://www.brasilecola.com/fisica/funcionamento-chuveiro-eletrico.ht>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

SOFTWARE e linguagem de programação arduino. Disponível em: <<http://www.ikware.com/seeuinmytee/pdf/arduino.pdf>> Acesso em 25 maio. 2011

SOLENÓIDE, informações sobre válvula solenóide. Disponível em: <http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/sub-segmento/valvulas-solenoides-hidraulicas/>.

Acesso em: 21maio.2011.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores Industriais; Fundamentos e Aplicações**. 7ª ed. São Paulo: Érica Ltda. 2011.

WERNECK, Pedro. **Introdução ao Arduino**. Disponível em <http://www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura/1307>>. Acesso em: 07. maio.2011.

APÊNDICE

Programação em *wiring*

```
int pin = 0; // pin de saída do sensor
int led = 6; //led saída
int maior=0; // inteiro para calibração
int primeiro=0; //inteiro para calibração
int ct=0; //inteiro para calibração
int meio=0; //intermediar os ifs
int primo=0; //primeiro valor
int maior_seg=0;//maior *1.1
int timer=0;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  delay(1000);
  pinMode(led, OUTPUT);
  delay(500);
  //while responsavel por guardar a maior distância a fim de calibrar o sensor(inicio)
  while(ct!=500){
    primeiro = analogRead(pin);
    if (primeiro > maior)
    {
      maior=primeiro;
    }
    ct=ct+1;
  }
  maior_seg=(maior * 1.1);
  //while responsavel por guardar a maior distância a fim de calibrar o sensor(fim)
  delay(1000);
}
```

```
void loop(){
  primo=analogRead(pin);
  if (primo < maior_seg){
    Serial.println("Em espera");
    timer=0;
    meio=analogRead(pin);
    if(meio > maior_seg){
      while(1)
      {
        meio=analogRead(pin);
        delay(500);
        if(meio > maior_seg)
        {
          while(1){
            Serial.println("*****");
            Serial.println(meio);
            delay(100);
            digitalWrite(led,HIGH);
            meio=analogRead(pin);
            delay(300);
            if(meio < maior_seg)
            {
              break;
            }
            Serial.println(timer);
            timer=timer+1;
            if(timer == 50)
            {
              break;
            }
          }
        }
      }
      if(meio<maior_seg || timer == 50){
        digitalWrite(led,LOW);
```

```
        break;  
    }  
}  
}  
}  
}
```

ANEXOS

Datasheet GP2Y0A02YK0F

SHARP

GP2Y0A02YK0F

GP2Y0A02YK0F

Distance Measuring Sensor Unit
Measuring distance: 20 to 150 cm
Analog output type

**■Description**

GP2Y0A02YK0F is a distance measuring sensor unit, composed of an integrated combination of PSD (position sensitive detector), IRED (infrared emitting diode) and signal processing circuit.

The variety of the reflectivity of the object, the environmental temperature and the operating duration are not influenced easily to the distance detection because of adopting the triangulation method. This device outputs the voltage corresponding to the detection distance. So this sensor can also be used as a proximity sensor.

■Features

1. Distance measuring range : 20 to 150 cm
2. Analog output type
3. Package size : 29.5×13×21.6 mm
4. Consumption current: Typ. 33 mA
5. Supply voltage : 4.5 to 5.5 V

■Agency approvals/Compliance

1. Compliant with RoHS directive (2002/95/EC)

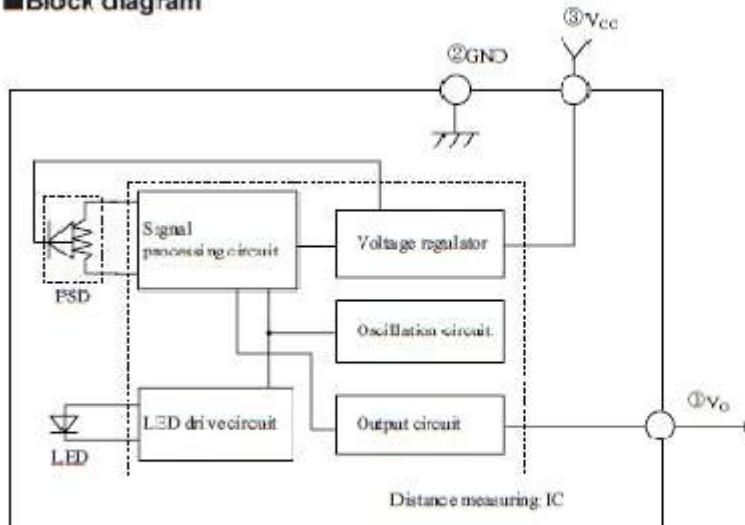
■Applications

1. Touch-less switch
(Sanitary equipment, Control of illumination, etc.)
2. Sensor for energy saving
(ATM, Copier, Vending machine, Laptop computer, LCD monitor)
3. Amusement equipment
(Robot, Arcade game machine)

Note: This version of data sheet is subject to change without prior notice.

In the absence of confirmation by device specification sheets, SHARP takes no responsibility for any defects that may occur in equipment using any SHARP devices shown in catalogs, data books, etc. Contact SHARP in order to obtain the latest device specification sheets before using any SHARP device.

■ Block diagram



■ Outline Dimensions

(Unit : mm)

Stamp (Example)

PSD-GA/PSD
GP2Y0A02 F 4 B

Model name

Production month : Jan. to Sep. ; 1 to 9
Oct. , X, Nov. ; C, Dec. ; Z

Production year : Last digit of prod. year

Terminal	Symbol
① Output terminal voltage	V_O
② Ground	GND
③ Supply voltage	V_{CC}

Product mass : approx. 4.8g

Note 1: Unspecified tolerances shall be ±0.3 mm.
 Note 2: The connector is made by J.S. TRADING COMPANY, LTD. and its part number is 333-P14.
 Note 3: The dimensions in parentheses are shown for reference.
 Note 4: The dimensions are controlled by Ψ when a distance sensor is mounted on a printed circuit board.

■ Absolute Maximum Ratings ($T_a=25^{\circ}\text{C}, V_{CC}=5\text{V}$)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Supply voltage	V_{CC}	-0.3 to +7	V
Output terminal voltage	V_O	-0.3 to $V_{CC}+0.3$	V
Operating temperature	T_{opr}	-10 to +60	$^{\circ}\text{C}$
Storage temperature	T_{str}	-40 to +70	$^{\circ}\text{C}$

■ Electro-optical Characteristics ($T_a=25^{\circ}\text{C}, V_{CC}=5\text{V}$)

Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Average supply current	I_{CC}	$L=150\text{cm}$ (Note 1)	—	33	50	mA
Measuring distance range	ΔL	(Note 1)	20	—	150	cm
Output voltage	V_O	$L=150\text{cm}$ (Note 1)	0.25	0.4	0.55	V
Output voltage differential	ΔV_O	Output voltage difference between $L=20\text{cm}$ and $L=150\text{cm}$ (Note 1)	1.8	2.05	2.3	V

* L : Distance to reflective object

Note 1 : Using reflective object : White paper (Made by Kodak Co., Ltd. gray cards R-27•white face, reflectance; 90%)

■ Recommended operating conditions

Parameter	Symbol	Conditions	Rating	Unit
Supply voltage	V_{CC}		4.5 to 5.5	V

Fig. 1 Timing chart

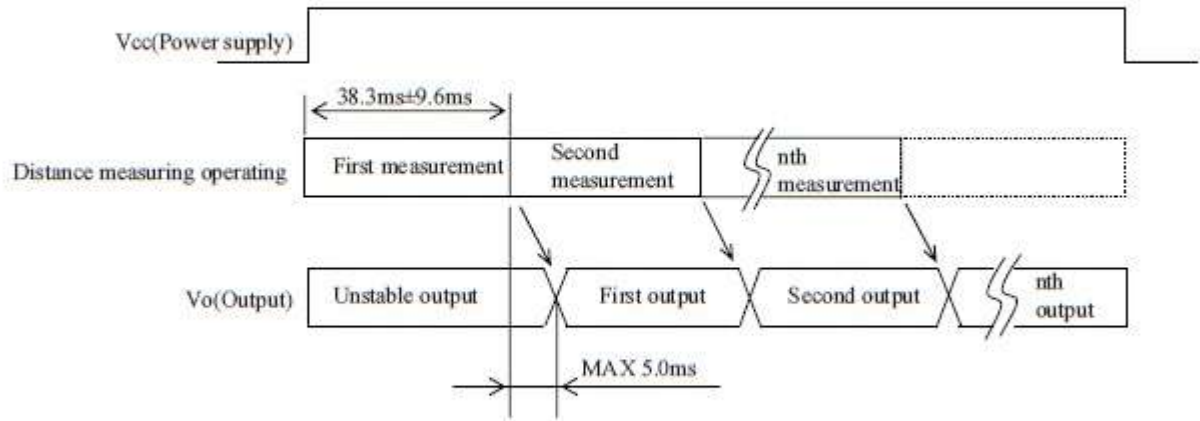
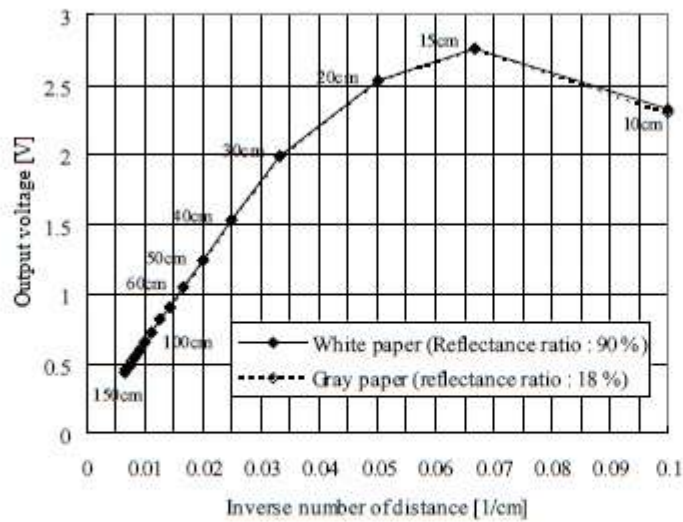
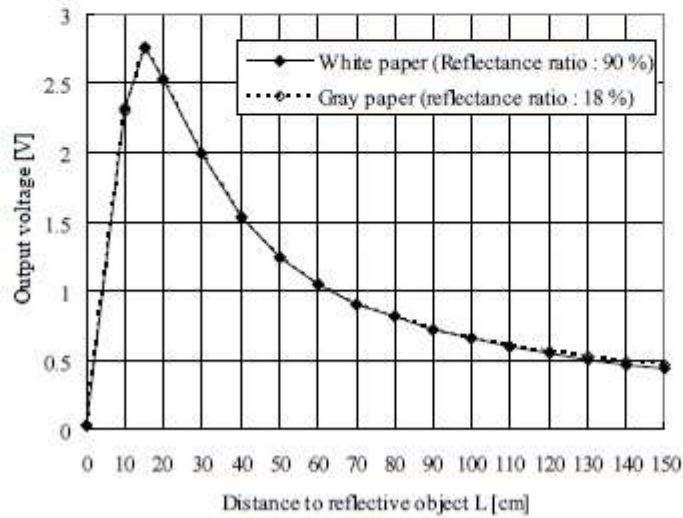


Fig. 2 Example of distance measuring characteristics (output)



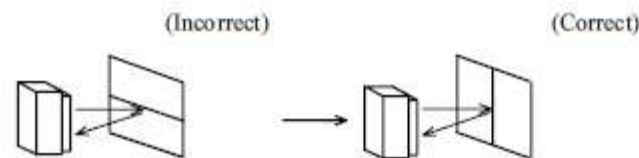
■ Notes

● Advice for the optics

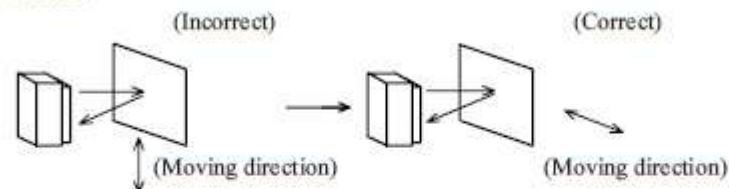
- The lens of this device needs to be kept clean. There are cases that dust, water or oil and so on deteriorate the characteristics of this device. Please consider in actual application.
- Please don't do washing. Washing may deteriorate the characteristics of optical system and so on. Please confirm resistance to chemicals under the actual usage since this product has not been designed against washing.

● Advice for the characteristics

- In case that an optical filter is set in front of the emitter and detector portion, the optical filter which has the most efficient transmittance at the emitting wavelength range of LED for this product ($\lambda = 850 \pm 70\text{nm}$), shall be recommended to use. Both faces of the filter should be mirror polishing. Also, as there are cases that the characteristics may not be satisfied according to the distance between the protection cover and this product or the thickness of the protection cover, please use this product after confirming the operation sufficiently in actual application.
- In case that there is an object near to emitter side of the sensor between sensor and a detecting object, please use this device after confirming sufficiently that the characteristics of this sensor do not change by the object.
- When the detector is exposed to the direct light from the sun, tungsten lamp and so on, there are cases that it can not measure the distance exactly. Please consider the design that the detector is not exposed to the direct light from such light source.
- Distance to a mirror reflector can not be sometimes measured exactly.
In case of changing the mounting angle of this product, it may measure the distance exactly.
- In case that reflective object has boundary line which material or color etc. are excessively different, in order to decrease deviation of measuring distance, it shall be recommended to set the sensor that the direction of boundary line and the line between emitter center and detector center are in parallel.



- In order to decrease deviation of measuring distance by moving direction of the reflective object, it shall be recommended to set the sensor that the moving direction of the object and the line between emitter center and detector center are vertical.



● Advice for the power supply

- In order to stabilize power supply line, we recommend to insert a by-pass capacitor of $10\mu\text{F}$ or more between Vcc and GND near this product.

● Notes on handling

- There are some possibilities that the internal components in the sensor may be exposed to the excessive mechanical stress. Please be careful not to cause any excessive pressure on the sensor package and also on the PCB while assembling this product.

● Presence of ODC etc.

This product shall not contain the following materials.

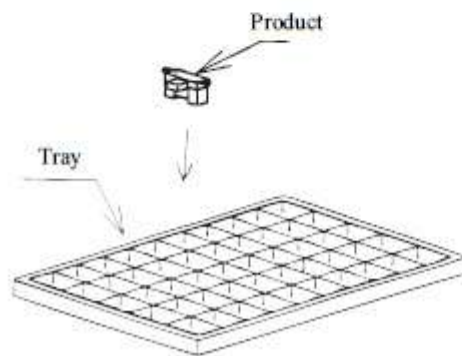
And they are not used in the production process for this product.

Regulation substances : CFCs, Halon, Carbon tetrachloride, 1,1,1-Trichloroethane (Methylchloroform)

Specific brominated flame retardants such as the PBB and PBDE are not used in this product at all.

This product shall not contain the following materials banned in the RoHS Directive (2002/95/EC).

- Lead, Mercury, Cadmium, Hexavalent chromium, Polybrominated biphenyls (PBB), Polybrominated diphenyl ethers (PBDE).

■ Package specification

MAX. 50 pieces per tray

■ Important Notices

· The circuit application examples in this publication are provided to explain representative applications of SHARP devices and are not intended to guarantee any circuit design or license any intellectual property rights. SHARP takes no responsibility for any problems related to any intellectual property right of a third party resulting from the use of SHARP's devices.

· Contact SHARP in order to obtain the latest device specification sheets before using any SHARP device. SHARP reserves the right to make changes in the specifications, characteristics, data, materials, structure, and other contents described herein at any time without notice in order to improve design or reliability. Manufacturing locations are also subject to change without notice.

· Observe the following points when using any devices in this publication. SHARP takes no responsibility for damage caused by improper use of the devices which does not meet the conditions and absolute maximum ratings to be used specified in the relevant specification sheet nor meet the following conditions:

(i) The devices in this publication are designed for use in general electronic equipment designs such as:

- Personal computers
- Office automation equipment
- Telecommunication equipment [terminal]
- Test and measurement equipment
- Industrial control
- Audio visual equipment
- Consumer electronics

(ii) Measures such as fail-safe function and redundant design should be taken to ensure reliability and safety when SHARP devices are used for or in connection

with equipment that requires higher reliability such as:

- Transportation control and safety equipment (i.e., aircraft, trains, automobiles, etc.)
- Traffic signals
- Gas leakage sensor breakers
- Alarm equipment
- Various safety devices, etc.

(ii) SHARP devices shall not be used for or in connection with equipment that requires an extremely high level of reliability and safety such as:

- Space applications
- Telecommunication equipment [trunk lines]
- Nuclear power control equipment
- Medical and other life support equipment (e.g., scuba).

· If the SHARP devices listed in this publication fall within the scope of strategic products described in the Foreign Exchange and Foreign Trade Law of Japan, it is necessary to obtain approval to export such SHARP devices.

· This publication is the proprietary product of SHARP and is copyrighted, with all rights reserved. Under the copyright laws, no part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, for any purpose, in whole or in part, without the express written permission of SHARP. Express written permission is also required before any use of this publication may be made by a third party.

· Contact and consult with a SHARP representative if there are any questions about the contents of this publication.