



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SÃO PAULO.
CAMPUS SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Lucas Bicalho Oliveira
Marina Servo Morales
Rodolfo Luiz Mendonça Sales
Willian Fuguhara de Lima

Automatização de tomada residencial

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São José dos Campos, como requisito para obtenção do Título de Técnico em Automação Industrial sob orientação do Professor Especialista Lineu Alves Lima Filho e Co-orientação da Professora Mestre Amita Muralikrishna.

São José dos Campos
2014

BANCA EXAMINADORA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) defendido e aprovado em
01 de Dezembro de 2014, pela banca examinadora constituída pelos
professores:

Prof. Esp. Lineu Alves Lima Filho

Orientador(a)

Prof.^a M^a. Amita Muralikrishna

Co-orientador(a)

Aos nossos queridos pais e professores.

Com muito carinho,

Dedicamos

Agradecimentos

Agradecemos em primeiro lugar a Deus, por toda força, saúde e coragem que ele nos deu para conseguirmos realizar este importante trabalho com sucesso.

Somos gratos aos nossos amigos e familiares, principalmente aos nossos pais pelo apoio e incentivo a sempre darmos nosso melhor.

Aos nossos professores e todos os trabalhadores do IFSP campus São José dos Campos que sempre nos incentivaram e guiaram nosso caminho, também pela importante amizade e compreensão.

Ao Prof. Esp. Lineu Alves Lima Filho, nosso orientador, por ter nos apoiado e guiado durante nosso trabalho, sempre nos incentivando.

Ao Prof. André Luiz Mendes Moura por todo o auxílio que nos forneceu, sempre proposto a tirar nossas dúvidas e pelo incentivo que tornou possível a conclusão deste projeto.

Ao Prof. Dr. Mateus Fernandes Réu Urban por dedicar seu valioso tempo ao suporte deste trabalho, sempre fazendo o possível para nos ajudar.

À Prof.^a Dr. Vania Battestin pelo seu incentivo, compreensão e por contribuir na elaboração desta monografia.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram e nos incentivaram na conclusão deste projeto, somos gratos a todos.

A Prof.^a Mr. Amita Muralikrishna, nossa co-orientadora, por ter nos apoiado e guiado durante nosso trabalho, sempre nos auxiliando.

“Se você pensa que pode ou se pensa
que não pode, de qualquer forma
você está certo.”

Henry Ford

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	7
RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 OBJETIVO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 Sensor de corrente de efeito hall ACS712	11
2.2 Fonte de Tensão Linear	12
2.2.1 Transformador	13
2.2.2 Retificador	14
2.2.3. Filtro	14
2.2.4. Regulador LM7805	14
2.3 Comparador LM311.....	16
2.4 Circuito Integrado LM555	17
2.5 Relé 833H-1C-C-5VDC	20
3. MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 Materiais	21
3.2 Métodos	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Configurações de pinagem do modelo ACS712. (Fonte:ALLEGRO MICROSYSTEMS,2012).....	12
Figura 2 - Fonte de alimentação em blocos (TORRES, Gabriel.; LIMA, Cássio, 2006).....	12
Figura 3 - Imagem de um transformador real. (REIS, A. L, 2011)	13
Figura 4 - Circuito retificador de onda completa em ponte. (REIS, A. L, 2011)	14
Figura 5 - Representação do regulador como um bloco. (REIS, A. L, 2011).....	15
Figura 6 - Diagrama de blocos de uma fonte de alimentação cc e suas mudanças no sinal. (REIS, A. L, 2011).....	16
Figura 7 – Configurações de pinagem do LM311	17
Figura 8 - Circuito LM555	18
Figura 9 - Circuito em blocos LM555	18
Figura 10 - Temporizador Simples	19
Figura 11 - Capacitor de 1000 μ F; Resistores de 220 Ω ; Sensor de Efeito Hall Acs712; Potenciômetro de 1M Ω ; e Transformador.....	21
Figura 12 - Relé; Botão; CI LM555; Comparador LM311; Transistor BC; quatro diodos 1N4007; e Capacitor de 470 μ F.....	22
Figura 13 - Ponte retificadora montada no Software Ísis Proteus	22
Figura 14 - Circuito Temporizador no Software Ísis Proteus	23
Figura 15 - Circuito com o LM311 e LM555 no Software Ísis Proteus.....	25
Figura 16 - Processo de averiguação do stand-by no Software Ísis Proteus	26
Figura 17 - Circuito Final utilizando porta OR no Software Ísis Proteus	26
Figura 18 Fluxograma do Projeto.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

DC	Direct current (Corrente contínua)
CC	Corrente contínua
kHz	Kilo Hertz
I/O	Input/Output (Entrada/Saída)
V	Volts
Stand by	Estado de espera no aparelho
A	Amperé
dB	Decibéis
ns	Nanossegundos (10 ⁻⁹)
Delay	Atraso
GND	Ground (Terra)
VAC	Tensão de corrente alternada
VDC	Tensão de corrente contínua
μs	Microsegundos (10 ⁻⁶)
°C	Graus Celsius
Ω	Ohms
LED	Diodo emissor de luz

RESUMO

De acordo com uma pesquisa feita pela Eletrosul, aproximadamente 10% do consumo de energia em residências provem de aparelhos conectados a tomadas em *stand-by*. Visando a redução de tais desperdícios, este projeto foi realizado, apresentando a automatização de uma tomada residencial. O corpo deste projeto demonstra: o uso de sensor de efeito *hall* com uma lógica de circuitos integrados e um circuito comutador. Inicialmente, a tensão de entrada no circuito, sendo ela de 110V, terá que ser alterada pelo transformador para 12VAC, em seguida a ponte retificadora a transforma novamente para 12VDC, pois o circuito trabalha apenas com corrente contínua. Finalmente este é convertido para 5VDC pelo regulador de tensão, sendo esta a tensão máxima suportada pelo circuito. A utilização dos circuitos integrados é dispensável devido à possível troca por um microcontrolador. Contudo, devido à proposta de economia, foram utilizados os circuitos integrados na função de comparador e de temporizador, com o objetivo de comutar o relé após o tempo desejado. Caso a referência de corrente do aparelho em *stand-by* seja atingida, o sensor de efeito *hall* irá emitir um sinal para que o temporizador seja ativado e, assim, comutando o relé. Com isso, o aparelho desligará. Entretanto quando necessário, a botoeira do projeto reconectará o aparelho à alimentação.

Palavras-chaves: Circuito Integrado, Relé, Sensor de corrente e Tomada.

ABSTRACT

According to a survey conducted by Eletrosul, approximately 10% of residential energy consumption comes from devices connected to outlets on stand-by. In order to reduce such waste, this project was performed focusing on, the automation of a residential outlet. The main part of this project shows, the use of Hall Effect sensor with a logic integrated circuits and a switch circuit. Initially, the input voltage to the circuit, being of 110V, needs to be changed by the 12VAC transformer, then the rectifier bridge transforms to 12VDC again, because the circuit only works with direct current. Finally it is converted to 5VDC by the voltage regulator, which is the maximum supported tension of the circuit. The use of integrated circuits is not necessary due to the possible replacement by a microcontroller. However, due to the proposed economy, we used the function of the integrated comparator and timer, in order to switch the relay circuit after the desired time. If the reference current of the device in standby is reached, the Hall Effect sensor sends a signal to the timer to be activated and thus switching the relay. With this, the device turns off. However, when necessary, to button hole of the project reconnects the unit to the power supply.

Keywords: Integrated Circuit, Relay, Current Sensor and Socket.

1. INTRODUÇÃO

Tomadas comuns podem ser perigosas e gastam muita energia. Os adaptadores temporizados ainda são utilizados em baixa escala devido ao alto custo. Seria possível colocar dois benefícios como segurança e economia em um projeto? E ser um objeto acessível aos consumidores de uma maneira geral?

Para se ter uma noção do gasto do “*stand-by*” de diversos aparelhos que passam o dia plugados, uma televisão e um microondas ligados na tomada, mas sem uso, consomem em média 10 watts por hora. (ROTHMAN, 2010).

Com base nesse gasto, analisaremos nosso projeto no que diz respeito ao quão vantajoso é comprar esse adaptador e o tempo de lucro dele em relação ao gasto. Para que o adaptador execute a tarefa de desabilitar a passagem de corrente elétrica serão utilizados alguns dispositivos eletrônicos, em que, ocorrendo o modo de *stand-by*, ele acionará um circuito comutador.

1.1 OBJETIVO

O objetivo do projeto é automatizar um adaptador para tomada, programado para economia e segurança doméstica, que após um tempo determinado sem uso do aparelho, desabilita a passagem de corrente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com a revisão bibliográfica, serão abordados os componentes utilizados na elaboração do adaptador, como o sensor de corrente de efeito hall, o comparador LM311, a fonte de tensão linear, o contador LM555 e o relé de circuito de carga.

2.1 Sensor de corrente de efeito hall ACS712

“Pela sua velocidade de resposta, pela robustez e durabilidade, os sensores de efeito hall podem ser usados numa infinidade de aplicações e, por isso, podem ser encontrados numa infinidade de formatos e sensibilidades.” (BRAGA, 2012).

Para verificar a corrente que o aparelho utiliza em funcionamento e a corrente que utiliza no *stand-by*, usaremos um sensor de corrente. Um sensor de corrente que atende a essa finalidade é o ACS712 da Allegro® por apresentar boa linearidade, um isolamento satisfatório entre a parte de potência (ALLEGRO MICROSYSTEMS, INC., 2010).

As características do modelo ACS712, retiradas do manual da Allegro®, são:

- Família/Série do Sensor: ACS712
- Tempo de resposta: 5 μ s
- Largura de banda: 80kHz
- Margem de erro: 1.5% a 25°C
- Resistência interna: 0.0012 Ω
- Tensão de alimentação: 5V
- Razão de saída: 66mV/A

A Figura 1 a seguir, mostra a configuração de pinagem do modelo ACS712:

Pin-out Diagram

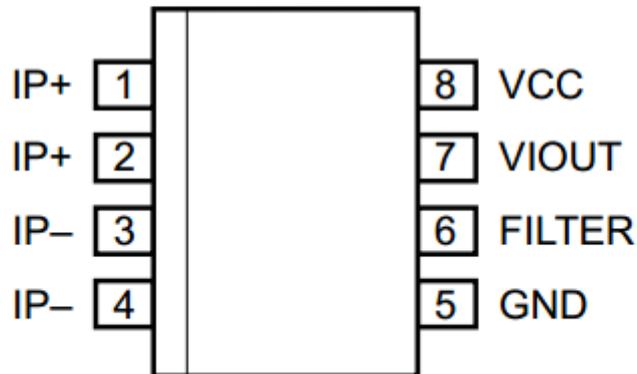


Figura 1- Configurações de pinagem do modelo ACS712. (Fonte:ALLEGRO MICROSYSTEMS,2012)

Segundo o Alegro®, para o ACS712 funcionar como sensor de corrente ele deve ser ligado em série com a carga. Os pinos que estão conectados eletricamente são os pinos 1 com o 2 e 3 com o 4. Com a escolha dos pinos que serão conectados a carga, os outros dois serão ligados de forma para fechar o circuito, assim a corrente que percorre entre os pinos 1, 2, 3 e 4 gera um campo magnético na pastilha de efeito hall e dessa forma a tensão nas pontas da pastilha é amplificada fornecendo uma saída no pino 7.

2.2 Fonte de Tensão Linear

Segundo REIS, A. L, a fonte de alimentação tem a função de transformar a energia elétrica inicial através de processos específicos realizados por cada bloco, que na sua configuração mais comum utiliza um transformador, retificador, filtro e regulador, a qual pode ser visto na Figura 2:

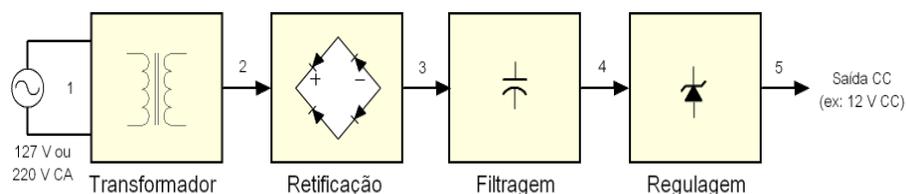


Figura 2 - Fonte de alimentação em blocos (TORRES, Gabriel.; LIMA, Cássio, 2006)

2.2.1 Transformador

Um transformador é um dispositivo que transforma uma corrente alternada senoidal, com uma determinada tensão, numa corrente elétrica senoidal, com uma tensão eventualmente diferente, sendo esta transformação realizada através da ação de um fluxo magnético no acoplamento de dois enrolamentos. Além da transferência de energia, que é feita de uma forma econômica, e além de manter a frequência constante, o transformador é usado para isolar o amplificador (e os usuários) da tensão da rede e reduzir (para equipamentos de estado sólido, pelo menos), a tensão para um nível que o amplificador pode tolerar.

Há uma variedade de transformadores com diferentes tipos de circuito, mas todos operam sobre o mesmo princípio de indução eletromagnética. No projeto de fontes lineares, em resumo, o objetivo do transformador é adequar o nível de tensão alternada da rede para um nível correto de tensão que se deseja. (REIS, A. L, 2011).



Figura 3 - Imagem de um transformador real. (REIS, A. L, 2011)

De acordo com REIS, A. L, o seu funcionamento baseia-se na corrente alternada aplicada ao enrolamento primário, assim é produzido um campo magnético que é proporcional ao número de espiras. Dessa forma gera-se um fluxo magnético que percorre até chegar ao enrolamento secundário. Após chegar ao secundário, cria-se uma variação na corrente elétrica, que vem da primeira bobina, de acordo com o número de espiras dos dois enrolamentos.

“Dessa maneira, um novo valor de tensão pode ser obtido no secundário, através do fluxo magnético criado pela primeira bobina.” (REIS, A. L, 2006)

2.2.2 Retificador

“O diodo semicondutor é o que geralmente compõe um retificador. Ele é um componente que permite a passagem de corrente num sentido e impede à passagem de corrente no sentido contrário.” (REIS, A. L, 2006) Dessa forma, um conjunto de diodos no formato de retificador de onda completa em ponte transforma um sinal alternado em um sinal contínuo e ondulado.

Quatro diodos dispostos em formato de retificador de onda completa em ponte como mostra a Figura 4.

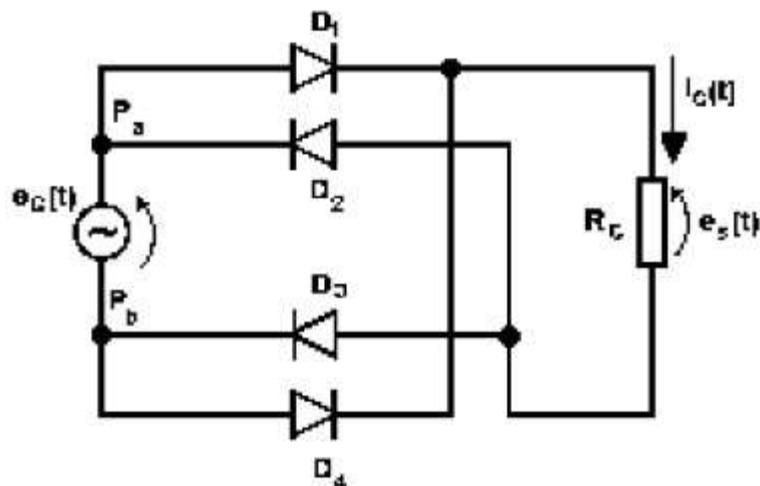


Figura 4 - Circuito retificador de onda completa em ponte. (REIS, A. L, 2011)

2.2.3. Filtro

Segundo REIS, A. L, a saída resultante de um retificador é um sinal contínuo pulsante, que não é o suficiente para alimentar os componentes eletrônicos necessários nesse projeto, para arrumar essa oscilação utiliza-se os filtros capacitivos que carregam e descarregam em função do tempo, tornando a tensão DC de saída da fonte mais estável.

2.2.4. Regulador LM7805

De acordo com REIS, A. L, o regulador é o dispositivo que controla a tensão

de saída da fonte para a tensão desejada. Dessa forma, o regulador deve aguentar variações na corrente da carga, na temperatura e tensões maiores que as desejadas para apresentar em sua saída um valor o mais constante possível. Nesse caso, como teremos que ligar componentes eletrônicos, que necessitam de tensão máxima de entrada 5V, usaremos o LM7805. Utilizaremos esses reguladores, pois são confiáveis, sua complexidade em montagem é mínima e não necessitam de componentes externos.

Segundo o manual da FAIRCHILD SEMICONDUCTOR o LM7805 tem como características uma corrente de saída de 1A, uma tensão de saída de 5V, proteção contra aquecimento e um circuito de proteção. Na Figura 5 é apresentada sua conexão com o circuito.

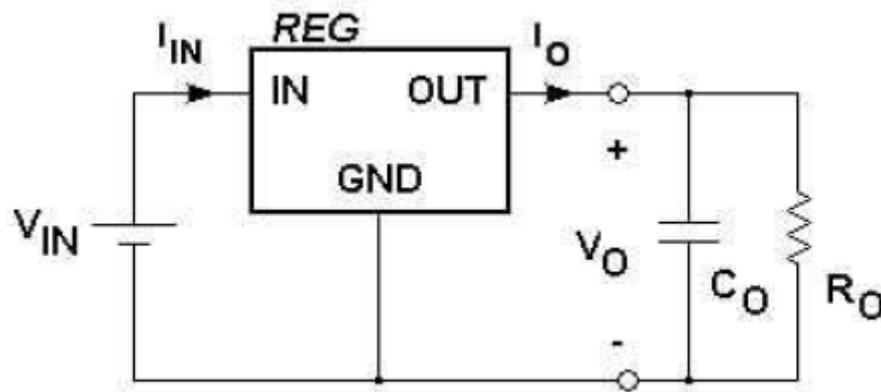


Figura 5 - Representação do regulador como um bloco. (REIS, A. L., 2011)

Após essas análises verificamos que o sinal modifica ao passar em cada bloco, da forma que a Figura 6 demonstra.

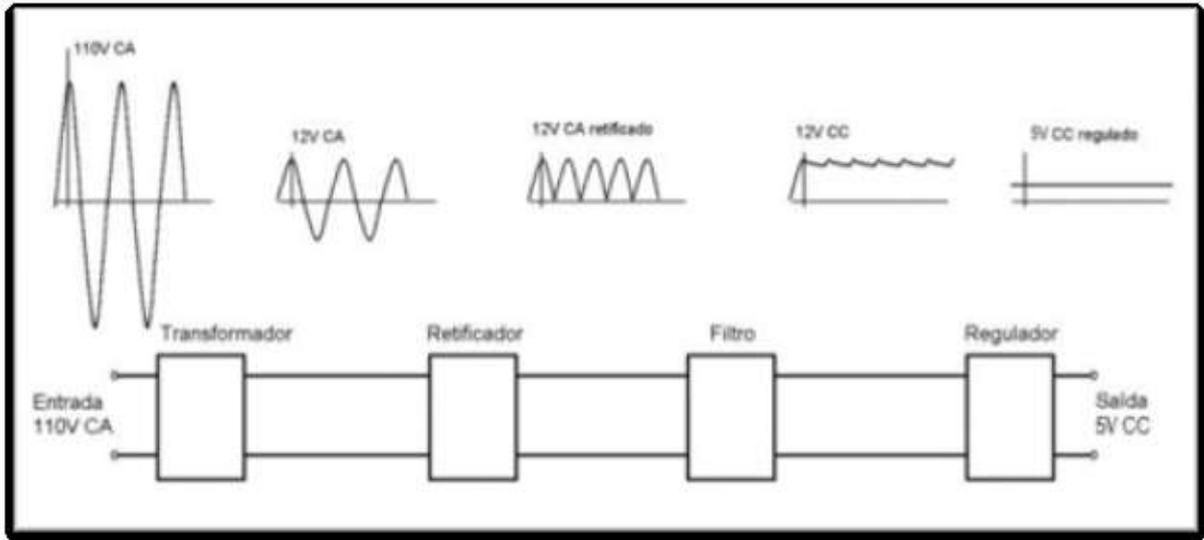


Figura 6 - Diagrama de blocos de uma fonte de alimentação cc e suas mudanças no sinal.
(REIS, A. L, 2011)

2.3 Comparador LM311

Segundo Unicrom, o comparador monolítico e o amplificador operacional são muito semelhantes, mas se diferenciam no circuito onde o comparador obtém uma velocidade melhor.

Um parâmetro importante de um comparador é o seu tempo de resposta, definido como o tempo necessário para atingir 50% do nível de saída, quando um pulso é aplicado à entrada.

Conversores de Analógico para Digital exigem comparadores de alta velocidade com tempos de resposta da ordem de 10ns.

Alguns comparadores monolíticos possuem travas nas saídas para segurar o resultado da última comparação. Neste projeto foi escolhido o LM311.

O circuito integrado LM311 é um comparador de tensão, com corrente de entrada muito baixa. São projetados para operar em uma escala mais larga de tensão de alimentação, assim possibilitando seu melhor aproveitamento.

Segundo Ecured, as características elétricas do LM311:

- Amplitude de temperatura de 0°C a +70°C.
- Opera com 5V.
- Corrente de entrada: 150nAmax.

- Corrente de compensação: 20nAmax.
- Amplitude da tensão de entrada diferencial: $\pm 30V$.
- Consumo de poder: 135 MW a $\pm 15V$
- Corrente máx= 50mA pode estar conectado diretamente no relé.
- Requer resistor de pull-up.
- Pode afetar cargas conectadas ao GND e ao VCC.

De acordo com a folha de dados da empresa Fairchild Semiconductor, a imagem abaixo se refere ao diagrama de blocos do comparador LM311 utilizado no projeto.

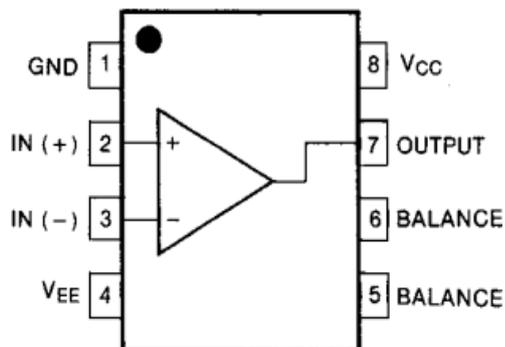


Figura 7 – Configurações de pinagem do LM311

2.4 Circuito Integrado LM555

“Reúne funções muito usadas de maneira simples, exigindo poucos periféricos, o timer 555 é a solução ideal para projetos que exigem temporizações de até uma hora ou a produção de sinais até 100 kHz aproximadamente ou pouco mais.” (SABER E ELETRÔNICA, 2013).

Segundo Saber e Eletrônica, de todos os circuitos integrados de sua família, é o mais usado e mais importante componente. Ele possui diversas siglas que indicam a sua procedência, como por exemplo, “NE555, LM555, UA555, etc., que indicam qual é o fabricante do componente como a Signetics, National, Texas, Fairchild, etc.

A Figura 8 mostra a distribuição de seus oito pinos, suas respectivas funções:

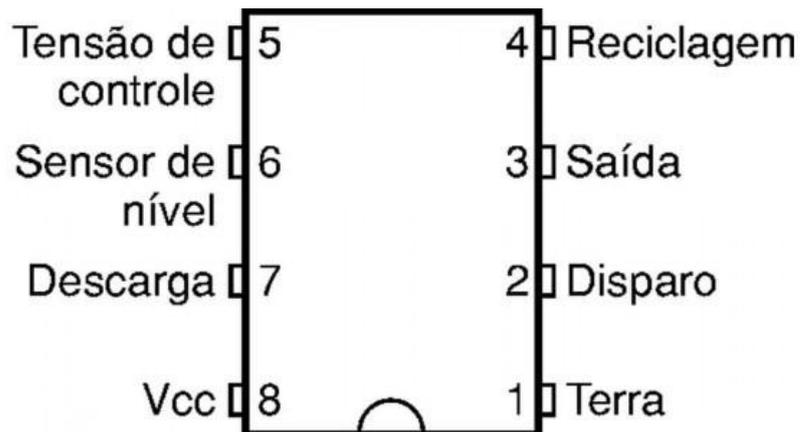


Figura 8 - Circuito LM555

Seu circuito equivalente em blocos, este pode ser ligado de várias formas, é exibido na Figura 9:

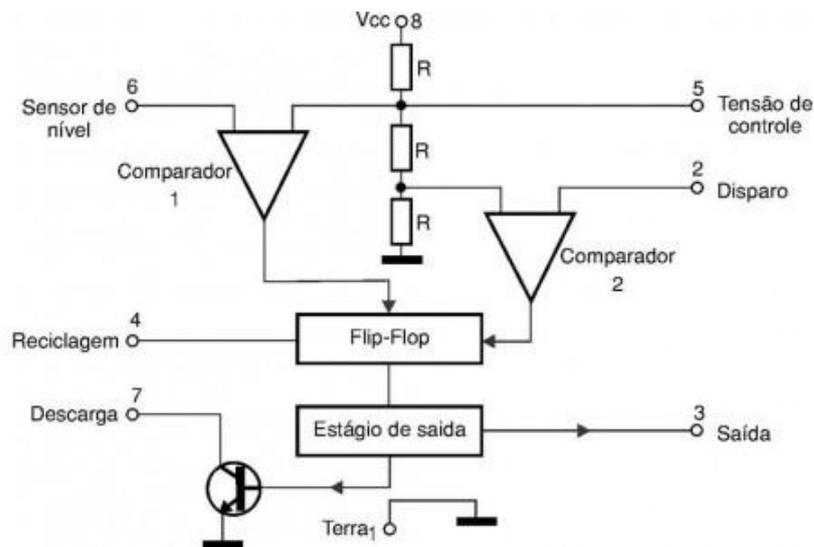


Figura 9 - Circuito em blocos LM555

Para o usuário do 555 é importante saber que ele pode funcionar com tensões de 5 a 18 volts e que sua saída pode fornecer ou drenar correntes de até 200 mA. Entretanto esta corrente permite o acionamento direto de relés e outros tipos de cargas, é costume utilizar-se uma etapa isoladora-amplificadora (buffer) quando a carga é indutiva (relés e solenoides), com maior estabilidade para o componente.

Quando a saída do 555 está no nível alto, o componente drena uma corrente de aproximadamente 10 mA. No entanto, no estado de repouso (com saída baixa) a corrente drenada pela 555 é de apenas 1 mA. (SABER E ELETRÔNICA, 2013).

Segundo a folha de dados da empresa NationalSemiconductor, as seguintes aplicações deste circuito integrado, são:

- Tempo de precisão;

- Geração de pulso;
- Tempo sequencial;
- Geração de tempo de delay;
- Modulação por largura de pulso;
- Modulação por posição de pulso;
- Gerador de rampa linear.

Na Figura 10, observa-se um circuito em que o LM555 atua como um temporizador simples. Este atua em conjunto com o potenciômetro para regular o intervalo de tempo de alguns segundos até meia hora e para manter o relé ou outra carga de corrente continuamente ligados.

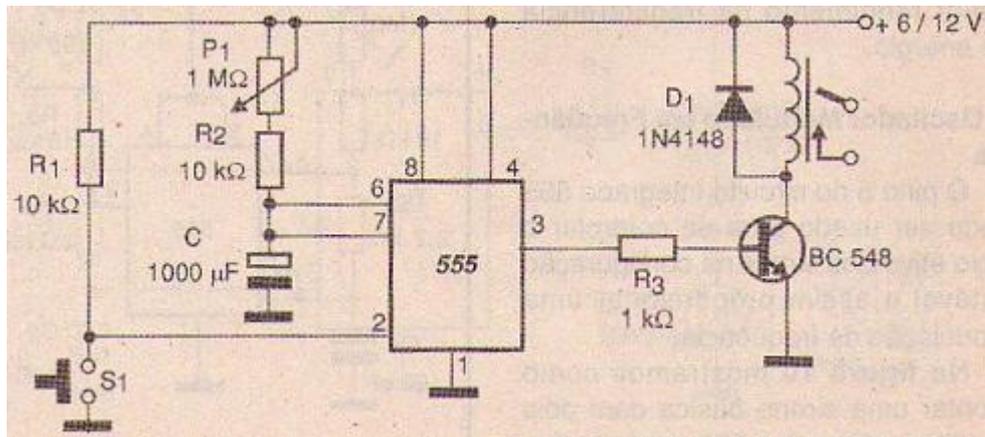


Figura 10 - Temporizador Simples

O interruptor S1 é utilizado para ativar o circuito levando-o para nível alto, obtendo-se o chaveamento do relé. Contudo em nosso trabalho o S1 não será usado, pois ele será substituído pelo sinal vindo do comparador.

O capacitor eletrolítico utilizado possui fugas que determinam o tempo máximo do circuito. Por isso o capacitor deve ser de ótima qualidade, para que estas fugas não causem mau funcionamento.

Além do problema das fugas, há as cargas residuais. Elas afetam o intervalo de tempo ajustado após a primeira utilização e acumulam-se a cada novo uso, já que, de acordo com BRAGA, N. C., “sempre resta uma carga residual no capacitor a partir da qual ele inicia a carga de temporização. Esta carga afeta sensivelmente a precisão de um temporizador que use o 555”. Reforçando-se a importância da

excelência da qualidade do capacitor.

2.5 Relé 833H-1C-C-5VDC

Segundo Finder Brasil, a ideia de utilização do relé requer o conhecimento do componente em relação à função de acionamento que ele é capaz de atender e ao tipo de carga que ele pode controlar. Os relés são equipamentos que, a partir da passagem de corrente elétrica por sua bobina, originam um campo magnético que, devido à força magnética gerada, comuta seus contatos. São largamente utilizados na Automação predial e residencial, como dispositivos de proteção e para acionar vários circuitos ao mesmo tempo. O relé neste projeto teve a função de cortar a corrente para o equipamento que está em modo de *stand by*.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os materiais utilizados no projeto do adaptador são listados a seguir:

Com o objetivo de transformar 220VAC para 5VDC, sendo esta a tensão que o circuito admite, a fonte de tensão linear foi usada. Ela foi escolhida porque apresenta o transformador, a ponte retificadora, um filtro e um regulador LM7805.

O Sensor de Corrente Arduino 5A ACS712 (Sensor de Efeito Hall) foi utilizado para verificar a corrente que é empregada no aparelho em stand by.



Figura 11 - Capacitor de $1000\mu\text{F}$; Resistores de 220Ω ; Sensor de Efeito Hall Acs712; Potenciômetro de $1\text{M}\Omega$; e Transformador

Para comparar a tensão de saída do sensor de Efeito Hall usou-se o Comparador LM311, assim identificando se o valor está em nível alto ou baixo.

O temporizador para contar o tempo de espera após entrar no modo de *stand-by* é o CI LM555, auxiliado pelo circuito composto de um capacitor eletrolítico de $470\mu\text{F}$, dois resistores de $10\text{K}\Omega$ e um de 220Ω , um potenciômetro mini de $1\text{M}\Omega$ e um transistor BC548.

O relé 833H-1C-C-5VDC foi o circuito comutador deste projeto, pois ocupa

pouco espaço, além de que atende pela possibilidade de utilizar sua bobina com 5V e chavear 110V na carga.

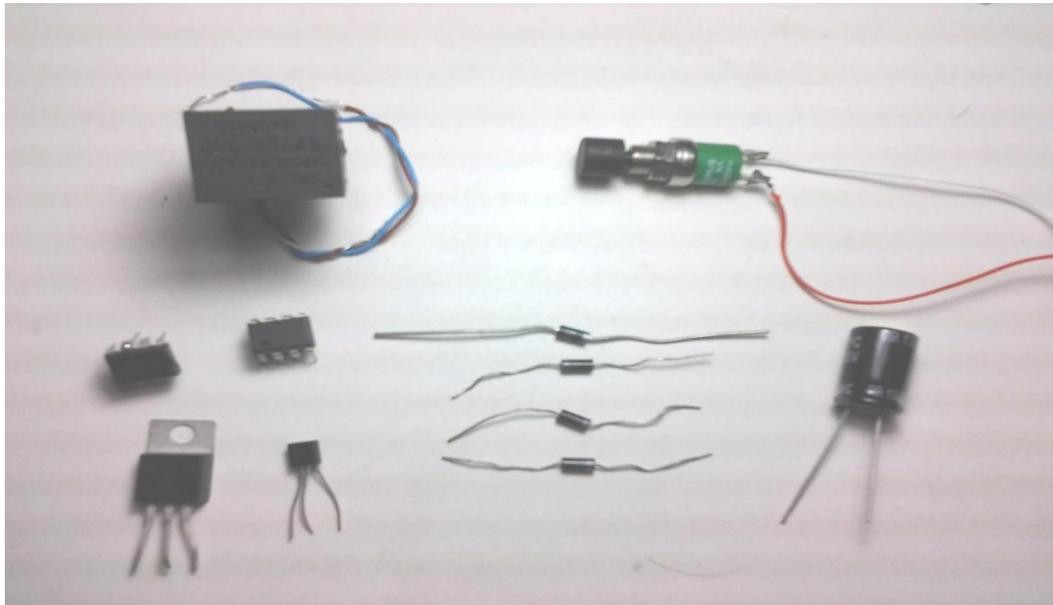


Figura 12 - Relé; Botão; CI LM555; Comparador LM311; Transistor BC; quatro diodos 1N4007; e Capacitor de 470 μ F

Com o objetivo de simular, utilizou-se o programa computacional Ísis Proteus.

3.2 Métodos

Utilizou-se uma ponte retificadora para conseguir uma tensão de 5VDC, pois os componentes deste projeto utilizam essa tensão.

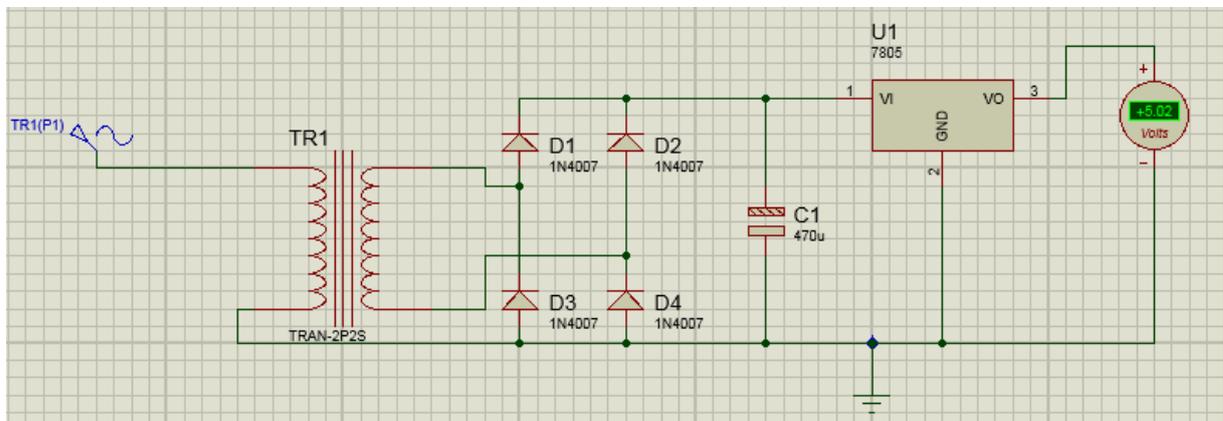


Figura 13 - Ponte retificadora montada no Software Ísis Proteus

Circuitos integrados foram aplicados no circuito para chegar a um resultado satisfatório em relação ao *stand-by*. Primeiramente montamos o circuito do LM555 para testar o contador, porém no local do relé utilizamos um diodo emissor de luz que é um importante componente na eletrônica para sinalização. Após o teste do LED substituímos pelo relé e verificamos suas condições de chaveamento de acordo com o circuito.

Após a montagem e testes do circuito contador, fizemos testes posteriores utilizando o sensor, primeiramente com o mesmo valor de corrente e depois variando o valor da corrente através de um resistor e um potenciômetro, para que exista um sinal do comparador para o circuito temporizador.

O circuito abaixo mostra o sensor ACS712 conectado no Im555 no software Ísis Proteus, que é um software que ajuda no desenvolvimento de circuitos eletrônicos, fazendo a simulação do circuito até a elaboração do layout da placa de circuito impresso. Com o software, adicionaram-se os componentes do projeto apenas na parte do temporizador para testes.

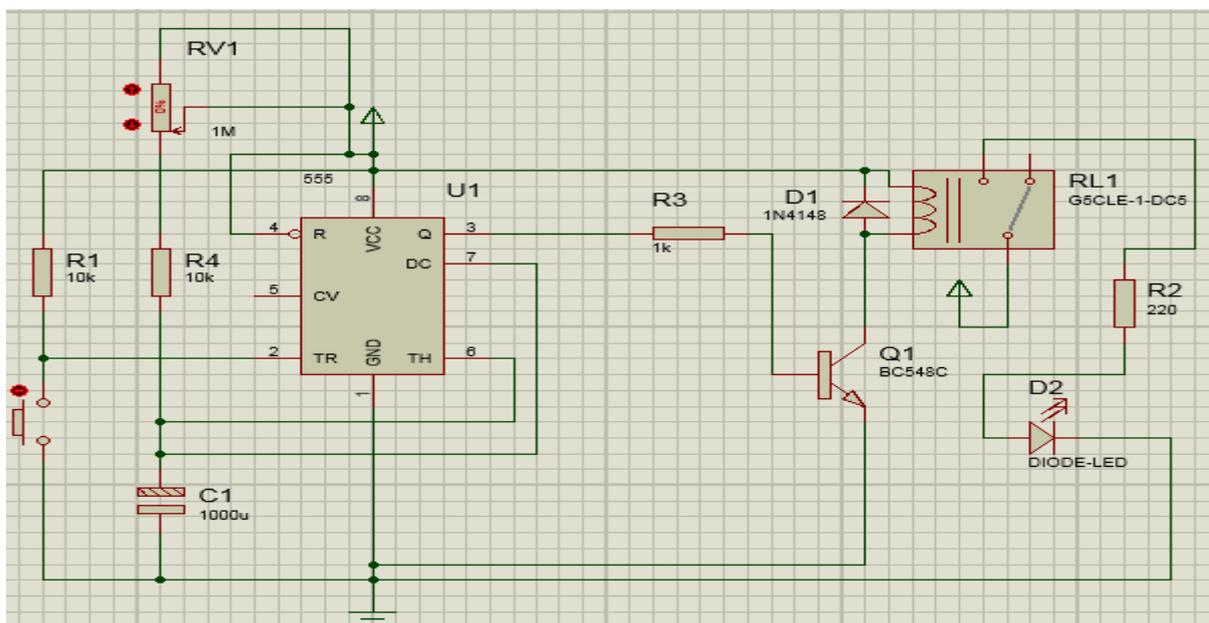


Figura 14 - *Circuito Temporizador no Software Ísis Proteus*

Este circuito é o centro do projeto. Neste circuito utiliza-se um botão em série com o resistor R1 simulando o sinal do comparador, esse sinal é ligado ao pino 2 do LM555. O potenciômetro é uma resistência variável que em conjunto do capacitor tem a finalidade de aumentar ou diminuir o tempo do circuito temporizador. O pino 4

é conectado junto com o pino 8 na alimentação, pois eles são o reset e a tensão de entrada do circuito integrado “VCC”, o reset tem que ficar em nível alto para que ele não reinicie o LM555 e o VCC para que exista tensão no temporizador.

Os pinos 7 e 6 correspondem ao sensor de nível e terminal de descarga do capacitor, pino 1 é o GND do LM555. Dessa forma o pino 3 que é o pino de saída é conectado a carga, porém o circuito integrado não fornece corrente suficiente em sua saída para comutar o relé, e assim colocamos o sinal do pino 3 na base de um transistor que nesse projeto funciona com finalidade de aumentar essa corrente através de um ganho que pode ser exemplificado da seguinte maneira:

$$I_c = \beta \cdot I_b$$

I_c = corrente do coletor

I_b = corrente da base

β = ganho do transistor que varia de um para o outro.

Dessa forma a corrente que irá para o relé será suficiente para comutá-lo e o LED para simular o aparelho. O diodo de roda livre, que neste projeto é o 1N4148, é acrescentado, pois quando o transistor é desligado a bobina correspondente do relé se opõe a variação da corrente, causando uma sobretensão no transistor, podendo ocasionar a queima do componente.

Na Figura 15 adicionamos o comparador LM311, para mostrar a montagem dele junto com o circuito principal. Pino 2 é a saída do sensor, pino 3 é a referência do *stand-by*, pino 1 o GND, pino 8 VCC e o pino 7 é sua saída.

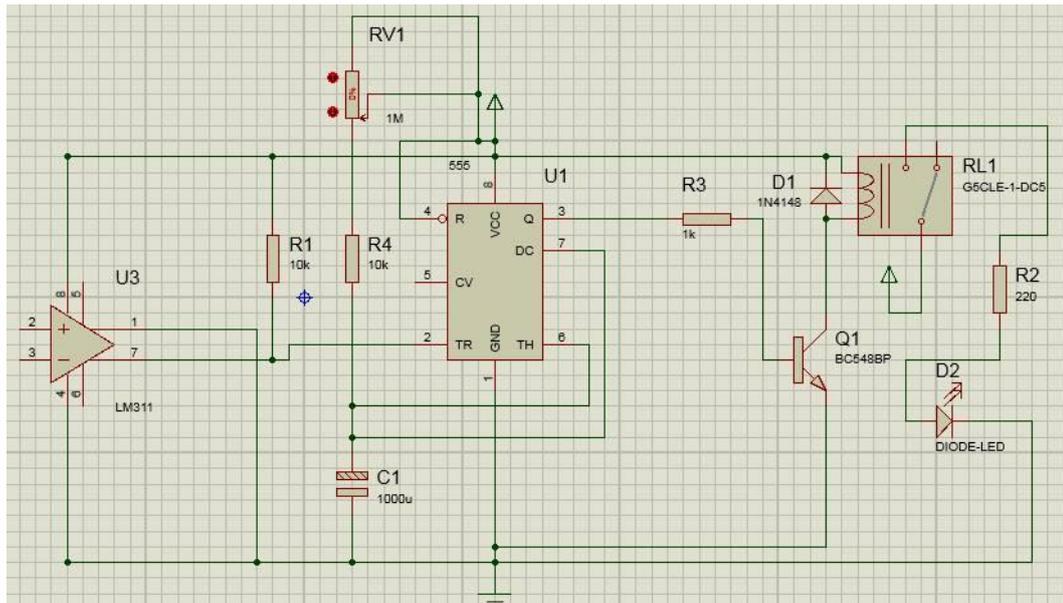


Figura 15 - Circuito com o LM311 e LM555 no Software Ísis Proteus

O sensor ACS712 é um sensor de corrente, ou seja, ele verifica se há a passagem de corrente e dessa forma ele é conectado ao LM311 que é um comparador para que compare o valor de referência (aparelho em funcionamento) e o valor em *stand-by*. No circuito final planejado o sensor com seus pinos $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ ficaram em série com a carga, o pino 7, que é sua saída, na entrada do comparador, pino 8 na alimentação, filtro e o GND, que são respectivamente o pino 6 e 5, no terra.

A Figura 16 a seguir descreve o processo de averiguação do stand-by:

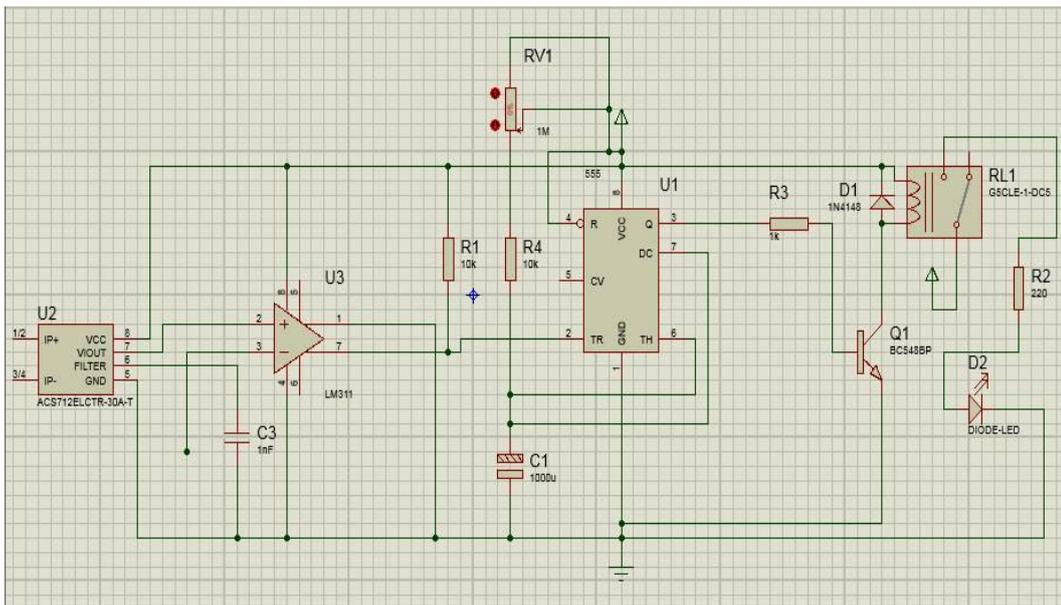


Figura 16 - Processo de averiguação do stand-by no Software Ísis Proteus

No final colocamos a porta OR “TTL 7432”. Ela é um circuito integrado que caso uma de suas entradas esteja em nível lógico alto, ela irá mandar em sua saída nível lógico alto. Dessa forma, em uma de suas entradas coloca-se além do sinal do LM555, uma botoeira para que o usuário possa religar o relé e assim o aparelho funcionará novamente.

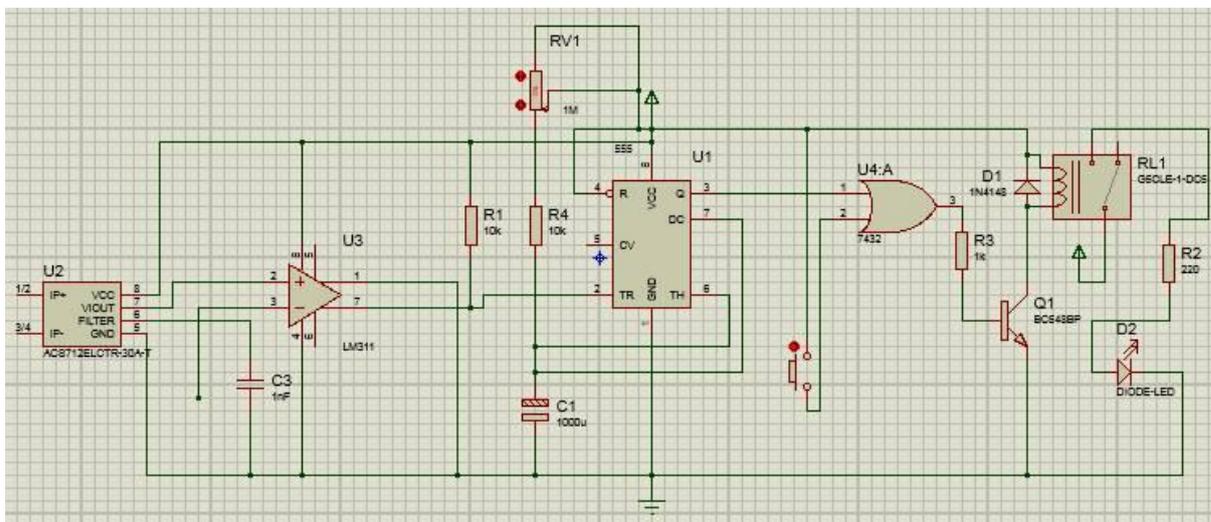


Figura 17 - Circuito Final utilizando porta OR no Software Ísis Proteus

A Figura 18 representa a sequência lógica pertencente à utilização do aparelho.

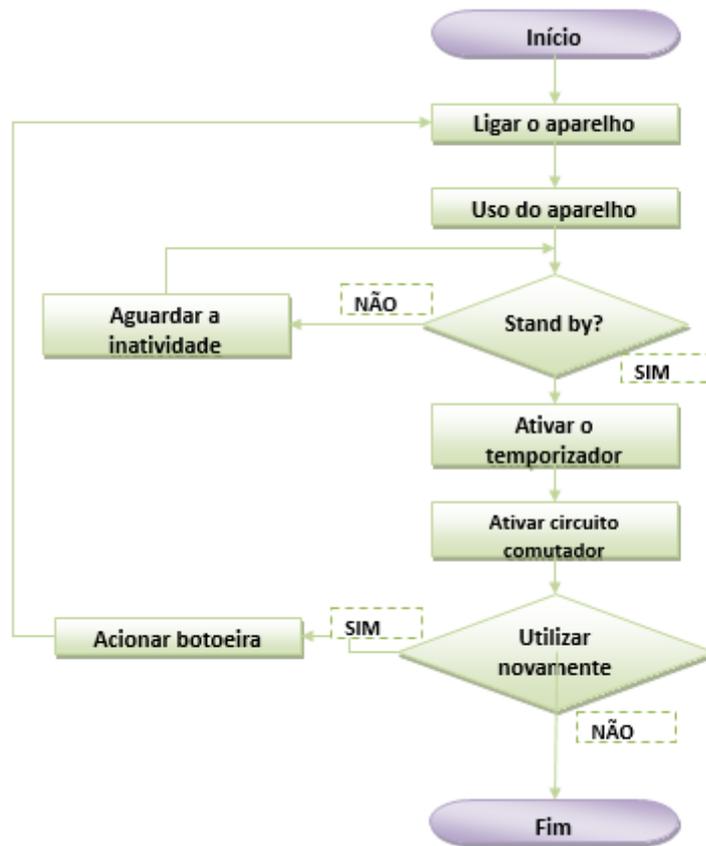


Figura 18 Fluxograma do Projeto

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao longo do desenvolvimento da montagem do circuito constatou-se diversos resultados, porém em grande parte deles obtivemos erros relacionados a vários fatores.

Um dos principais erros foi que o LM555, no momento em que recebe o pulso do sensor, vai para valor lógico “1” e, dessa forma, ele acaba por ativar o relé antes que a contagem seja finalizada, e quando a contagem for finalizada o nível lógico volta para “0” e o relé é comutado novamente ligando o aparelho, ou seja, ao invés de comutar, ele volta pro seu estágio inicial. Uma possível resolução seria a utilização de portas NAND “TTL 7403” e OR “TTL 7432” com finalidade de criar uma lógica para segurar esse nível lógico “0” do LM555 na hora do pulso do sensor, porém essa solução não foi utilizada. A solução utilizada foi de mudar o estado do LM555 de monoestável para astável e dessa forma mandar seus pulsos de clock para um contador de décadas “SN74290” resolvendo todos os problemas do circuito temporizador.

Outro problema foi que quando o sensor foi conectado ao circuito, ele imediatamente atuava, ou seja, o circuito temporizador começava a contar antes de o aparelho entrar em *stand-by*, esse problema dava-se pelo fato de que o sensor tem uma sensibilidade baixa e no momento estava sendo testado variando-se uma corrente de apenas 5mA.

5. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Durante a elaboração do trabalho, percebeu-se e identificou-se outras possíveis formas de aperfeiçoamento e aprimoramento do projeto, visando sua expansão.

Uma das sugestões se refere não apenas à verificação do funcionamento do *stand-by*, mas também ao projeto de uma tomada que possuirá um circuito capaz de incorporar leitura e controle de consumo, leitura de fator de potência e qualidade de energia e redução do consumo de equipamentos em *stand-by*.

Outra sugestão é utilizar o adaptador para adquirir dados dos equipamentos em *stand-by*, a fim de conseguir melhorar o fator de potência e diminuir as harmônicas na rede, assim como controlar as cargas ligadas em horário de pico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEGRO MICROSYSTEMS, INC. **Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor.**[S.l.]. 2010.

BORBA Thiago. **Sensores de Tensão e Corrente para microcontroladores (Arduino, Pic e outros).** Blog do Borba, 2013. Disponível em: <<http://projetosdoborba.blogspot.com.br/2013/04/sensores-de-tensao-e-corrente-para.html>> Acessado em: 20 ago. 2014.

BRAGA, N. C., **Como funcionam os sensores de Efeito Hall (ART1050).** Instituto Newton C. Braga, 2012. Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/6640-como-funcionam-os-sensores-de-efeito-hall-art1050>> . Acessado em: 20 set. 2014.

BRAGA, N. C., **O circuito integrado 555 (ART011).** Instituto Newton C. Braga. Disponível em: < <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/592-o-circuito-integrado-555-art011?showall=&start=1> > Acessado em: 19 out. 2014.

DUTRA Leonardo. **ACS 712 em corrente alternada (CA).** Leonardo Dutra, 2013. Disponível em: <<http://dutrleo.wordpress.com/2013/07/28/acs-712-em-corrente-alternada-ca/>> Acessado em: 5 set. 2014.

ECU RED, **Circuitointegrado LM311**, 2012. Disponível em: <http://www.ecured.cu/index.php/Circuito_integrado_LM311>. Acessado em: 20 out. 2014

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR, **Datasheet LM311.** LM311 Single Comparator. Disponível em: <<https://www.fairchildsemi.com/datasheets/LM/LM311.pdf>>. Acessado em: 20 out. 2014.

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR. (Agosto de 2013). **LM.** Acesso em 19 de Outubro de 2014, disponível em: <<http://www.fairchildsemi.com/ds/LM/LM7805.pdf>>

FINDER BRASIL., **O que você precisa saber sobre relés?**. Finder Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.findernet.com/en/node/47466>>. Acessado em: 9 set. 2014.

Miniprojetos de robótica e mecatrônica - Relé com trava. Mecatrônica Fácil - Ano 6 - N°39, 2013. Disponível em: <<http://www.mecatronicaatual.com.br/educacao/927-miniprojetos-de-robotica-e-mecatrnica-rel-com-trava>>. Acessado em: 9 set. 2014.

Módulo Medidor sensor de corrente ACS712 - 30A - Arduino PIC. MSS ELETRÔNICA,. Disponível em: <<http://www.msseletronica.com/loja/detalhes.php?urlid=939> > Acessado em: 5 set. 2014.

NATIONAL SEMICONDUCTOR, **LM555**, 2006. Disponível em:
<<http://html.alldatasheet.com/html-pdf/8979/NSC/LM555/36/1/LM555.html>>
Acessado em 20 out. 2014.

ROTHMAN Paula.,**Plug de tomada controla energia**. Info Abril, 2010. Disponível em: <c> . Acessado em: 8ago. 2014.

REIS, A. L. (Setembro de 2011). **Teoria geral das fontes de alimentação lineares**. Acesso em 19 de Outubro de 2014, disponível em:
<<http://peteletricaufjf.files.wordpress.com/2011/12/teoria-geral-das-fontes-de-alimentac3a7c3a3o-lineares1.pdf>>

SABER E ELETRÔNICA.,**Conheça o Circuito Integrado 555**, 2013. Disponível em:<<http://www.sabereletronica.com.br/artigos/2446-conheca-o-circuito-integrado-555>>. Acessado em: 19 out. 2014

TORRES, Gabriel.; LIMA, Cássio. **Anatomia das Fontes de Alimentação Chaveadas**, 2006. Acesso em 19 de Outubro de 2014, disponível em:<<http://dc226.4shared.com/doc/HCG2QYQb/preview.html>>

UNICROM, **LM311-Comparadores de voltaje**. ELECTRONICA UNICROM. Disponível em:<http://www.unicrom.com/Tut_comparadores-voltaje-311.asp>. Acessado em: 20 out.2014.