



ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

CURSO TÉCNICO EM ELETROMECÂNICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO

DISPOSITIVO DE CARREGAMENTO SEM FIO

BRYAN SILVEIRA ANGONESE
JOÃO AUGUSTO DOS SANTOS
JOÃO VITOR BENVENUTO

São Leopoldo

2020

BRYAN SILVEIRA ANGONESE
JOÃO AUGUSTO DOS SANTOS
JOAO VITOR BENVENUTO

DISPOSITIVO DE CARREGAMENTO SEM FIO

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Eletromecânica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação dos professores André Vígano e Adriano Santos.

São Leopoldo
2020

RESUMO

No trabalho apresentado foi realizado um estudo e será elaborado um protótipo com o objetivo de transferir energia sem a utilização de fios, ou de qualquer meio ferromagnético, com base nos princípios do acoplamento magnético ressonante. Deste modo, será possível atingir o principal objetivo do trabalho: desenvolver um dispositivo capaz de receber energia e transmitir a mesma para a bateria de um celular sem a utilização de fios. Essa tecnologia está em crescente avanço no mercado, porém, somente os modelos mais recentes de celular possuem tal tecnologia, e devido ao alto preço dos dispositivos, ela não é uma realidade para as classes mais baixas. Sabendo disso, a justificativa para o trabalho é o desejo de disponibilizar esse meio de carregamento de forma mais econômica aos consumidores. A ressonância magnética é um fenômeno que permite a seleção de frequências em redes de comunicação e em circuitos elétricos, e ela ocorre em qualquer circuito que tenha ao menos um indutor e um capacitor. Usando como base a transmissão de energia sem fio por modos ressonantes, será criado um circuito com uma bobina transmissora num dispositivo A, que enviará energia elétrica para a bobina receptora, o qual estará acoplada no dispositivo B. Após receber a energia, o circuito receptor transmitirá a energia até a entrada micro USB, conectada ao celular. Esse modelo de transmissão de energia elétrica acaba sendo inferior aos carregadores convencionais, se compararmos o tempo de carregamento e o nível de tensão e corrente, mas ainda possui um grande potencial a ser explorado.

Palavras-chave: Carregamento, Ressonância Magnética, Transmissão sem fio.

ABSTRACT

In the work presented, a study was carried out and it will be made a prototype with the aim of transferring energy without the need of cables, or any ferromagnetic source, based on the magnetic resonance coupling principle, that way it will be possible to reach the main goal of this work: develop a dispositive capable of receiving energy and transferring it to a cell phone's battery wirelessly. This technology is starting to grow strong in business, however, only the most recent cell phones rely on it, and due to their high price, it's not a reality to all classes of society. So, the reason behind this work is the will to provide this kind of technology to the lower bases of society in a cheaper way. The magnetic resonance is a phenomenon which allows the selection of frequencies in ways of communication, and it occurs in any circuit that contains an inductor and a capacitor. Using the transmission of energy without the use of energy cables by magnetic ways as a base for this study, it will be created a circuit with a transmitter-coil located in the dispositive A, which will send electricity to the receiver-coil located in the dispositive B. After receiving the energy, the receiver circuit will send it to a micro USB that will be connected to the phone. This kind of charging ends up being inferior to the conventional way, comparing the time it takes for a dispositive to get fully charged and the levels of tension and electric current, but it still has a great potential to be discovered.

Keywords: Charging, Resonance, Wireless transmission.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: um smartphone em uma superfície Qi de carregamento sem fio.	9
Figura 2: Bobinas no carregador e no smartphone	10
Figura 3: Transferidor de Energia sem fio Qi usando indução magnética	11
Figura 4: Circuito Integrado	15
Figura 5: Simbologia porta logica NOT	16
Figura 6: Circuito Ressonante	17
Figura 7: Duty Cicle	17
Figura 8: Circuito Integrado 7404	18
Figura 9: Módulo ponte H L298N.	18
Figura 10: Diodo	19
Figura 10: Esboço do Protótipo.....	20
Figura 12: Circuito Indutor.....	20

LISTA DE ABREVIATURAS

SSID Service Set Identifier (Identificador do Conjunto de Serviço)

ID Identity (Identidade)

TTL Transistor-Transistor Logic (Lógica Transístor-Transístor)

DC Direct Current (Corrente Contínua)

PRx Receptor de Energia

PTx Transferidor de Energia

Qi É um padrão de interface aberta que define transferência de energia sem fio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.2 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	8
1.3 JUSTIFICATIVA	8
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	8
1.5 OBJETIVOS.....	8
1.5.1 Objetivo Geral	8
1.5.2 Objetivos Específicos	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 ESTADO DA ARTE.....	9
2.1.1 Transferidor de Energia.....	10
2.2 INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA.....	12
2.2.1 Lei de Faraday	13
2.2.2 Lei de Lenz.....	13
2.3 RESSONÂNCIA.....	14
2.4 TRANSISTOR.....	14
2.5 DUTY CICLE	14
2.6 MÓDULO PONTE.....	15
2.7 CIRCUITO INTEGRADO	15
2.7.1 PORTA LÓGICA NOT.....	16
3. METODOLOGIA.....	16
3.1 CIRCUITO TRANSMISSOR RESSONANTE	17
3.1.1 PIC18F1220	17
3.1.2 Circuito Integrado 7404	18
3.1.3 Módulo Ponte	18
3.2 CIRCUITO RECEPTOR RESSONANTE	19
3.3 PROTÓTIPO.....	19
3.4 CIRCUITO INDUTOR	20
3.5 ORÇAMENTO	21
4. RESULTADOS	21
5. CRONOGRAMA.....	22
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
7. REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

O trabalho apresentado se encaixa na área de eletroeletrônica.

O carregamento sem fio está ficando cada vez mais popular no mercado e alguns celulares já vêm com essa tecnologia acoplada em suas baterias, capazes de receber o sinal e usar como fonte de energia, como por exemplo: a linha Samsung Galaxy S, com os modelos S6, S6 Edge, S6 Edge+, S7, S7 Edge, S8, S8+, S9 e S9+ (BERGHER, 2019). Porém, os modelos mais antigos que não são compatíveis não podem aproveitar desse benefício. Sabendo disso, usando como base as pesquisas da Wireless Power Consortium, esse trabalho tem como objetivo criar uma bobina receptora adaptada à entrada do carregador do celular, assim, será possível transmitir energia sem fio àqueles celulares que não vem com uma bobina receptora acoplada.

1.2 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

O tema faz parte da área de eletroeletrônica, e será delimitado ao estudo do carregamento de um celular por meio de indução magnética.

1.3 JUSTIFICATIVA

O carregamento sem fio é uma tecnologia que está em crescente avanço, mas somente adaptada à modelos mais novos de celulares. Sabendo disso e com o intuito de disponibilizar esse meio de carregamento de forma mais econômica, essa ideia foi desenvolvida.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Como introduzir uma bobina receptora aos modelos antigos de celulares para conseguir o carregamento sem fios?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

Desenvolver um dispositivo capaz de carregar um celular sem utilizar fios, de forma mais econômica e sem perder desempenho.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Criar uma bobina receptora que esteja ligada à bateria do celular mas sem prejudicar o conforto do usuário.
- Analisar a diferença de desempenho entre o carregador sem fio e o carregador padrão.
- Analisar através de testes o potencial da energia sem fio.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ESTADO DA ARTE

Usando como base a ideia de carregar um celular sem fios, foram feitos estudos sobre a indução magnética e como transmitir energia usando o ar como condutor. Segundo Shibukawa (2016), ao ter partículas carregadas em movimento em um fio, produz-se um campo magnético em torno do mesmo.

Este foi o primeiro conceito utilizado para se transmitir energia sem a utilização de um fio. Deste modo, aplicando-se uma corrente alternada em uma bobina primária, é possível transferir a energia para uma bobina próxima (secundária) através do campo magnético criado (CONSORTIUM, 2017). De acordo com a empresa Wireless Power Consortium (2017), a ressonância acontece quando uma energia é transferida a um corpo físico, atingindo a frequência natural de vibração do material ao qual a ressonância acontece. Com isto, este objeto passará a vibrar intensamente e a amplitude tende a aumentar. Como citado por Faraday, o acoplamento magnético pode ser entendido quando dois objetos trocam energia por meio do campo magnético variante, emitido pela bobina primária (BLUNDELL, 2012). Já o acoplamento ressonante, ocorre quando as frequências naturais de dois corpos são muito próximas. Segundo Jorge (2012), estima-se que ocorre uma perda de 25% de energia no sistema atual de transporte e distribuição de energia por efeito Joule. A empresa Witricity garante que é possível obter uma eficiência de até 95% na transmissão de energia elétrica sem fio. Isto é possível, pois a transferência por ressonância é altamente seletiva em termos de frequência. (SADIKU, 2013).

A eficiência da transmissão de energia depende da distância entre o transmissor e o receptor, assim como do tamanho de suas respectivas bobinas. É importante ressaltar que a transmissão não é afetada por paredes e obstáculos

(WITRICITY, 2015). Desse modo, a eficiência na condução de energia pode acontecer em níveis de transferência muito maiores na transmissão sem fio, do que com a própria transmissão convencional, com fio.

2.1.1 Transferidor de Energia

A Wireless Power Consortium (2017) em um de seus projetos, explica como o transferidor de energia Qi funciona. O sistema de transferência de energia sem fio Qi utiliza indução magnética para transferir energia para o subsistema de um receptor de energia (PRx) dentro do dispositivo móvel quando é posicionado em cima do transferidor de energia (PTx), (Qi PC0-Introduction-v1.2.3, 2017).

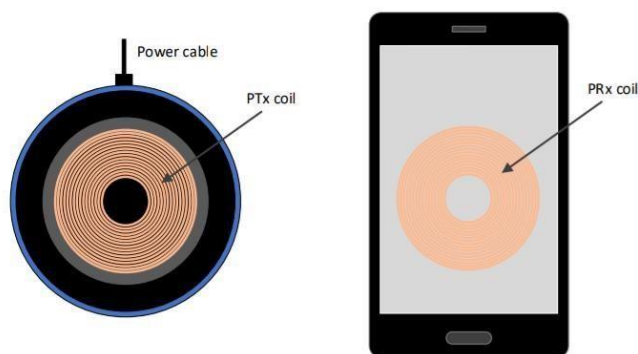
Figura 1: um smartphone em uma superfície Qi de carregamento sem fio.



Fonte: Wireless Power Consortium, 2017.

Ambos os subsistemas de PTx e PRx contém bobinas, como mostra o diagrama conceitual na figura 2, assim como um circuito que exerce as funções de comunicação e transferência de energia entre eles.

Figura 2: Bobinas no carregador e no smartphone



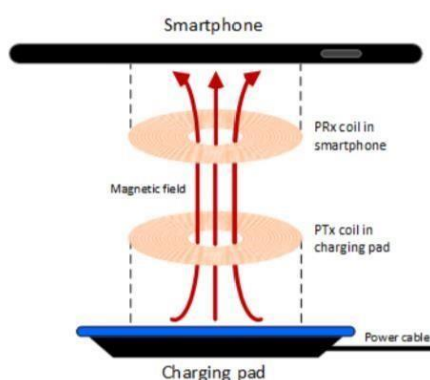
Fonte: Wireless Power Consortium, 2017.

O princípio físico básico que governa o funcionamento do Transferidor de Energia Qi é a indução magnética: o fenômeno que um campo magnético variando pelo tempo gera uma força eletromotriz em um indutor adequadamente posicionado. Em um sistema de Transferência de Energia Qi, essa energia eletromotriz produz uma voltagem que atravessa os terminais do indutor em forma de bobina, e é usado para conduzir os eletrônicos de uma carga apropriada na qual está conectado. Transformadores convencionais usam o mesmo efeito para alcançar transferência de energia indutiva entre uma bobina primária e um bobina secundária, que são fortemente acopladas por meio de um núcleo magnético (Qi PC0-Introduction,2017). Apesar de um sistema Qi ser similar a um transformador convencional no senso de que a energia é transferida de uma bobina para outra, é também muito diferente por causa da acoplação magnética entre duas bobinas ser muito baixa. Um transformador convencional tem o coeficiente de acoplação perto de 1, enquanto que um sistema Qi tipicamente tem um coeficiente de 0.5 ou menos. (Qi PC0Introduction-v1.2.3, 2017). No sistema Qi ilustrado na figura 1, a energia é transferida do PTx contido na superfície de carregamento Qi para o PRx contido no smartphone Qi. Antes da carga começar, ambos PTx e PRx se comunicam entre eles para determinar se o dispositivo móvel é realmente capaz de ser recarregado, assim como se ele precisa ser carregado, e quanta energia será necessária. Em suma, a comunicação garante uma transferência de energia apropriada do transmissor para o receptor. O canal de comunicação também pode ser usado para ativar serviços com base na localização fornecendo um SSID, conexão Bluetooth, ou uma ID única. (Qi PC0-Introductionv1.2.3, 2017).

Quando a carga começa, o transmissor de energia passa uma corrente elétrica alternada pela(s) sua(s) bobina(s), o que gera um campo magnético alternado de acordo com a Lei de Faraday. Esse campo magnético é por sua vez pego pela bobina dentro do receptor de energia e transformado por um conversor de energia de volta a uma corrente elétrica alternada que pode ser usada para recarregar a bateria. (Qi PC0Introduction-v1.2.3, 2017).

Uma característica crítica do campo magnético é que ele pode se transferir através de qualquer não-metal, materiais não-ferrosos, como plástico, vidro, água, madeira e o ar. Em outras palavras, fios e conectores não são necessários entre o transmissor e o receptor. (Qi PC0-Introduction-v1.2.3, 2017).

Figura 3: Transferidor de Energia sem fio Qi usando indução magnética



Fonte: Wireless Power Consortium, 2017.

2.2 INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Indução eletromagnética é um fenômeno da física que está relacionado ao surgimento de uma corrente elétrica por meio de um condutor, imerso em um já existente campo magnético, no momento em que se dá a variação do fluxo que atravessa tal campo. (CELI, 2018).

No ano de 1820, o físico Hans Christian Oersted observou que, ao passar uma corrente elétrica em um condutor, o mesmo mudava a direção da agulha de uma bússola. Essa foi a primeira constatação do que mais tarde viria a ser conhecido como eletromagnetismo. (CELI, 2018)

A partir de então, vários cientistas passaram a experimentar e realizar investigações profundas da conexão existente entre os fenômenos em campos elétricos e os fenômenos magnéticos. (CELI, 2018)

2.2.1 Lei de Faraday

Após observar e estudar os resultados encontrados em suas experiências, Faraday formulou uma lei que explicava o fenômeno da indução eletromagnética, ficando conhecida como Lei de Faraday.

A lei, em sua versão mais conhecida, enuncia que: “a força eletromotriz induzida em qualquer circuito fechado é igual ao negativo da variação do fluxo magnético com o tempo na área delimitada pelo circuito”. (CELI, 2018)

2.2.2 Lei de Lenz

A partir da observação de resultados de seus próprios experimentos acerca da indução eletromagnética, Heinrich Lenz constatou que a corrente induzida tem sentido oposto ao da variação do campo magnético responsável pela sua geração. (CELI, 2018)

Essa constatação corrigiu o problema de Faraday, que não conseguiu determinar com clareza como ocorria a variação de sentido da corrente induzida. A Lei de Lenz enuncia, então, que o sentido da corrente induzida é tal que o campo produzido por ela se opõe à variação do fluxo magnético que a produziu.

Dessa forma, Lenz concluiu que:

- Havendo diminuição do fluxo magnético, a corrente elétrica induzida criará um campo magnético de mesmo sentido do fluxo;
- Havendo aumento do fluxo magnético, a corrente elétrica induzida criará um campo magnético com sentido oposto ao do fluxo.

Matematicamente, se $\Delta\Phi$ (Variação do fluxo magnético) for positivo, a corrente induzida terá sentido anti-horário. Já se $\Delta\Phi$ for negativo, a corrente induzida terá sentido horário. (CELI, 2018).

2.3 RESSONÂNCIA

Em física, ressonância é a tendência de um sistema a oscilar com máxima amplitude em determinada frequência, conhecida como frequência ressonante ou frequência natural do sistema. Nessa frequência, até mesmo forças periódicas pequenas podem produzir vibrações de grande amplitude, pois o sistema armazena energia vibracional. Grande parte dos sistemas tem uma frequência natural de oscilação, o exemplo mais conhecido é o da taça de cristal que quebra por causa da vibração sonora. Se o som atinge a frequência natural de oscilação da taça, e o faz continuamente, a taça devido à ressonância vibra e pode quebrar. (SOUZA, 2016). O conceito de ressonância é aplicado em várias áreas da ciência e engenharia. Sem ela, não existiria o rádio e a televisão. É um fenômeno que permite a seleção de frequências em redes de comunicação. Em circuitos elétricos a ressonância ocorre em qualquer circuito que tenha ao menos um indutor e um capacitor. (SOUZA, 2016). No caso da transmissão de energia elétrica sem o uso de cabos, ou de um suporte de material magnético, a energia é adicionada ao sistema ressonante emissor, que transfere sua energia através do acoplamento magnético pelo princípio da ressonância para o receptor. (SOUZA, 2016).

2.4 TRANSISTOR

O transistor é um dispositivo semicondutor de três camadas, muito utilizado na construção de chips eletrônicos para as mais variadas aplicações. Composto principalmente de silício ou germânio, o transistor é empregado em processos de amplificação e produção de sinais e em operações de chaveamento. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2019).

2.5 DUTY CICLE

O duty cycle (ciclo ativo) diz respeito à proporção de tempo com fornecimento de energia em relação ao período de tempo sem energia. Um duty cycle baixo significa pouca potência fornecida, pois a energia está desligada a maior parte do tempo. Expressamos o duty cycle em porcentagem, sendo que o valor 100% significa

“totalmente ligado” e 0%, “totalmente desligado”. (MECAWEB, 2019).

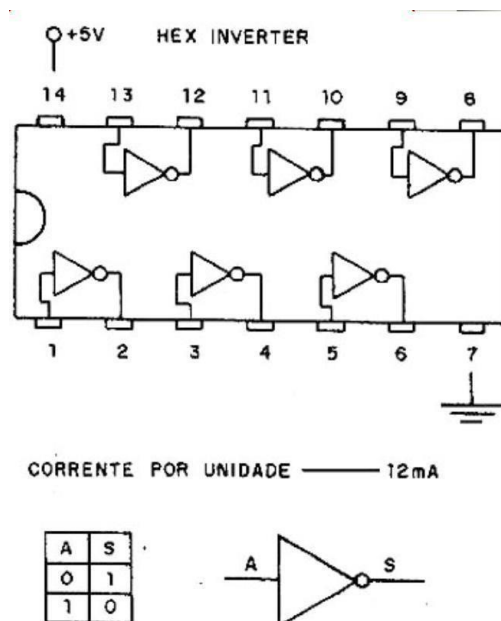
2.6 MÓDULO PONTE

O Módulo Driver Ponte H - L298N é um módulo de controle capaz de trabalhar com dois motores DC ou um motor de passo. Ele é baseado no driver L298N, sendo muito útil para o controle da robótica e mecânica. Ele trabalha com motores de tensões de 5 até 35V e sua tensão de lógica de 5V, suportando no máximo 2A. Com facilidade de trabalhar com Arduino e diversos outros microcontroladores, a Ponte H L298N é uma das melhores escolhas para controle de motores. (CURTO CIRCUITO, 2019).

2.7 CIRCUITO INTEGRADO

O circuito integrado 7404 consiste em seis inversores capazes de fornecer uma corrente de saída de 12 mA (mili amperes). Este circuito integrado pode ser encontrado nas diversas subfamílias TTL (lógica transístor-transístor) comuns, de acordo com as necessidades de velocidade da aplicação. A alimentação, como em todo o dispositivo convencional desta família deve ser feita com uma tensão de 5V (volts). (NEWTON C BRAGA, 2019).

Figura 4: Circuito Integrado

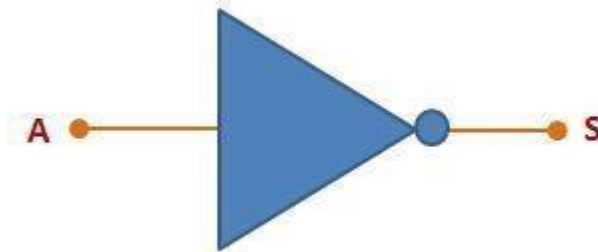


Fonte: Instituto NCB, 2019.

2.7.1 PORTA LÓGICA NOT

Segundo Reis (2016), a porta lógica NOT é a mais básica de todas as portas lógicas, possuindo uma única entrada, e sua saída é o complemento dessa entrada. É uma porta inversora (ou buffer inversor), ou seja, o valor lógico da entrada é invertido na saída. Assim se uma entrada A possui nível lógico igual a 0, então a saída S terá o nível lógico 1, e se a entrada estiver em nível lógico 1, a saída terá o nível 0.

Figura 5: Simbologia porta logica NOT



Fonte: Bóson Treinamentos, 2017.

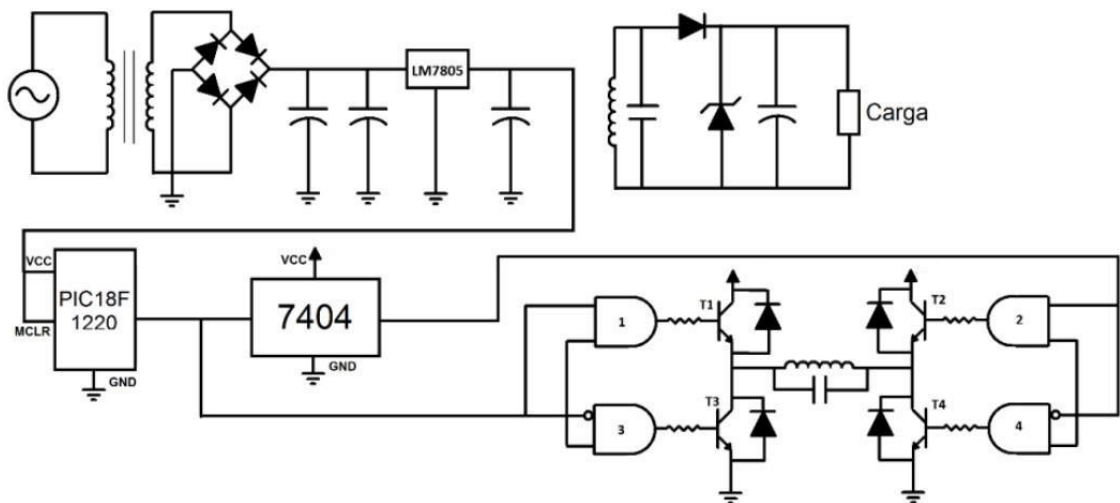
3. METODOLOGIA

Nesta pesquisa foi usado como base diversos trabalhos que possuem relação com este projeto, como por exemplo, o trabalho de Shibukawa (2016), a fim de desenvolver o melhor resultado possível. Porém, devido à incapacidade de desenvolver testes, o valor dos componentes a serem usados ainda não é possível de ser obtido.

3.1 CIRCUITO TRANSMISSOR RESSONANTE

No circuito transmissor, a bobina primária estará polarizada positivamente com uma tensão ainda indeterminada, em seguida, a base do transistor será alimentada, polarizando negativamente a bobina primária. Como os elétrons variam em ambos os sentidos, a corrente é alternada.

Figura 6: Circuito Ressonante

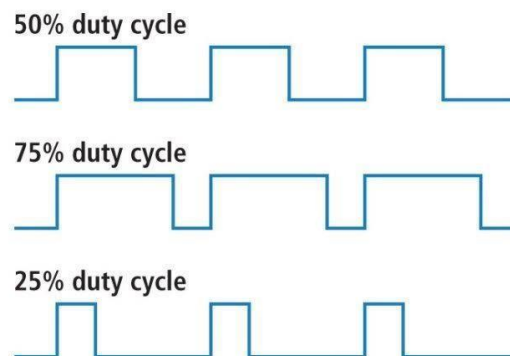


Fonte: Guilherme Hideki Shibukawa, 2016.

3.1.1 PIC18F1220

O microchip será configurado para ter saída de onda quadrada com um duty cycle de 50%.

Figura 7: *Duty Cycle*

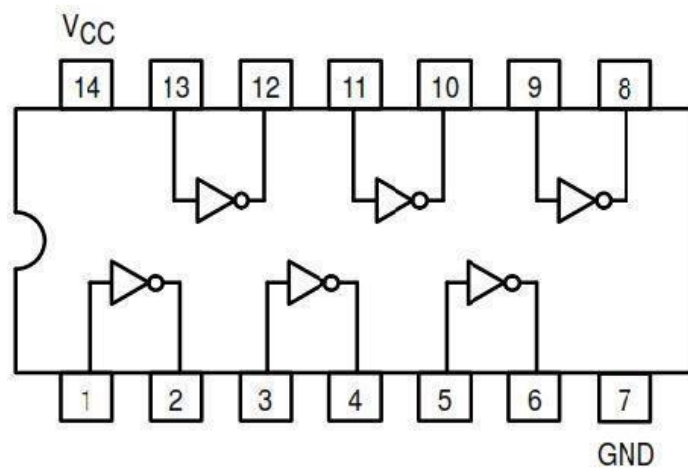


Fonte: Bóson Treinamentos, 2017.

3.1.2 Circuito Integrado 7404

Para seleccionar o grupo de transistores a serem acionados, será utilizado uma porta lógica not.

Figura 8: Circuito Integrado 7404



Fonte: Bóson Treinamentos, 2017.

3.1.3 Módulo Ponte

Com o objetivo de conseguir uma corrente alternada nos terminais da bobina, num semiciclo positivo e negativo, será usado o módulo ponte H L298N.

Figura 9: Módulo ponte H L298N.



Fonte: Curto Circuito, 2019.

3.2 CIRCUITO RECEPTOR RESSONANTE

No circuito receptor, a bobina estará em paralelo com cinco capacitores, em seguida, para transformar a corrente alternada em corrente contínua, haverá um retificador de meia onda utilizando um diodo 1N4007.

Figura 10: Diodo



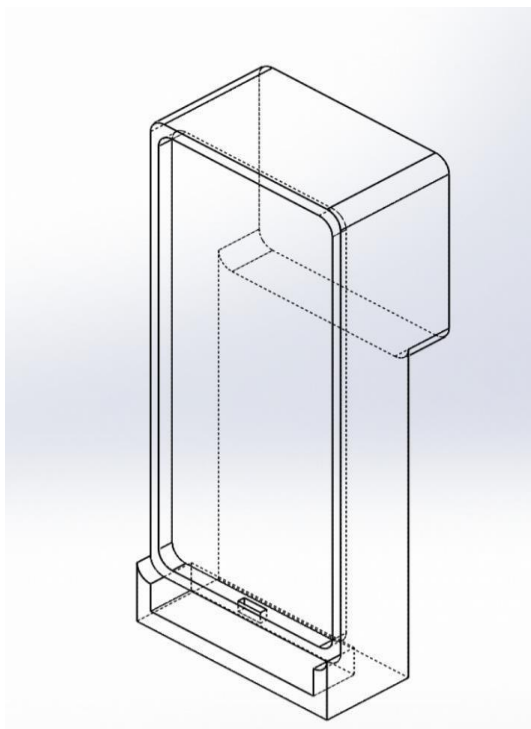
Fonte: Baú da Eletronica, 2019.

Para estabilizar a tensão após a retificação, será usado um capacitor.

3.3 PROTÓTIPO

Foi realizado um esboço a fim de observar o protótipo final, como um modelo de capa para o celular onde a parte traseira de cima terá um espaço maior para o circuito do carregador, fazendo com que o usuário não se sinta desconfortável ao segurá-lo com a mão. A parte do meio da traseira é onde a bobina receptora ficará, conectada ao circuito que mandará a corrente elétrica recebida até o micro USB que fica localizado na parte inferior conectada ao celular.

Figura 11: Esboço do Protótipo

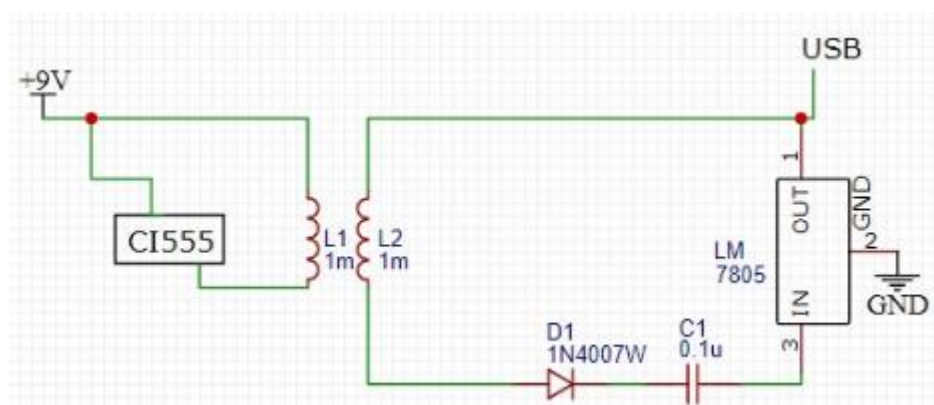


Fonte: Realizado pelos Autores.

3.4 CIRCUITO INDUTOR

Para realizar o circuito indutor, foi utilizado uma bateria de 9V como fonte de energia, em seguida, o Circuito Integrado 555 transforma a corrente contínua em corrente alternada para então chegar na bobina, depois passando pelo capacitor e chegando no lm7805 onde será ajustada para 5V, para que possa ser usada para carregar o celular.

Figura 12: Circuito Indutor



Fonte: Autores, 2020.

3.5 ORÇAMENTO

Componente	Preço
Capacitor	R\$ 0,14
Protoboard	R\$ 19,00
Fio de cobre esmaltado	R\$ 5,00
Bateria 9V	R\$ 10,00
CI 555	R\$ 1,50
LM7805	R\$ 13,63
Diodo	R\$ 0,60

4. RESULTADOS

Com o desenvolvimento do trabalho e a montagem do circuito o objetivo geral foi atingido parcialmente, pois foi possível transmitir energia sem o uso de fios condutores, porém, a perda de energia através da indução foi de 80%, com isso não foi possível carregar o dispositivo.

5. CRONOGRAMA

Atividades	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Escolha do Tema	X										
Sumário				X		X		X			
Introdução		X									
Problema de Pesquisa, Objetivos			X	X							
Referencial Teórico				X	X	X	X				
Metodologia				X		X	X	X	X		
Resultados				X		X		X	X		
Cronograma				X		X					
Conclusão				X				X			

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento do trabalho o grupo não conseguiu atingir o objetivo principal, que era realizar o carregamento de um celular. Embora tenha sido possível transmitir energia sem o uso de fios condutores e com baixo orçamento, a perda de energia que ocorre é enorme, e não seria eficaz o suficiente para ser melhor que um carregador convencional, o que torna a ideia deste projeto totalmente inviável. Entretanto, foi possível analisar que a transmissão de energia sem fio ainda tem muito a evoluir, principalmente com o alto investimento das grandes empresas que estão em constante evolução.

7. REFERÊNCIAS

BRAGA, Newton C. **Transmitindo Energia Através de Ondas (Sem Fio) (ART1199)**. (2019). Disponível em: < <https://bit.ly/2QE5CSX> > Acesso em: 29 de Mar. 2019.

NÓBREGA, Kleber. **Aplicações para a tecnologia de transmissão de energia wireless através da indução magnética e sistemas ressonantes**. (2012) Disponível em:

<<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/5420/2594>>

Acesso em: 30 de Mar. 2019.

CONSORTIUM, Wireless. **Specifications**. (2010) Disponível em: <<https://www.wirelesspowerconsortium.com/knowledge-base/specifications/>> Acesso em: 03 de Abr. 2019.

BATTEZZATO, Paolo. **Wireless Battery Charger**. Disponível em: <https://www.st.com/content/dam/technology-tour-2017/session-3_track7_wirelesscharging.pdf> Acesso em: 05 de Abr. 2019.

SHIBUKAWA, Guilherme Hideki. **Transmissão de Energia sem Fio: Estudo por Indução Eletromagnética e Acoplamento Magnético Ressonante**. (2016) Disponível em: < <https://bit.ly/2TRNuUG> > Acesso em: 08 de Abr. 2019.

CELI, Renata. Indução Eletromagnética. **Stoodi**. Disponível em: <<https://www.stoodi.com.br/blog/2018/10/25/inducaao-eletromagnetica/>> Acesso em 15 de Mai. 2019.

DIAS, Valéria Silva. Michael Faraday: O caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética. **Repositório**. São Paulo, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/26460/S1516-73132004000300014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 13 Jul. 2019.

SOUSA, Wanberton Gabriel de. **Análise experimental da transmissão de energia sem fios por modos ressonantes**. 2016. Dissertação (Pós graduação de Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia. 2016.

MUNDO DA ELÉTRICA. **O que é e pra que serve um transistor?**. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-e-para-que-serve-um-transistor/>> Acesso em: 15 Jul. 2019.

REIS, Fábio dos. **Porta Lógica NOT (Inversora)**. [2016]. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/eletronica-digital/porta-logicanotinversora/>> Acesso em 15 Jul. 2019.

SAGIORATO, Évelyn dos Santos; POLONSKII, Mikhail. **CARREGADOR WIRELESS DE BAIXA POTÊNCIA**. **CRICTE**, [S.l.], fev. 2018. ISSN 2318-3438. Disponível em: <<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/cricte/article/view/8819>>. Acesso em: 16 Jul. 2019.

BERGHER, Ricardo. **Os 4 Melhores Carregadores sem Fio em 2019**. **Zoom**. 2019. Disponível em: < <https://bit.ly/2ZtdBa5> > Acesso em: 22 Jul. 2019.

CONSORTIUM, Wireless Power. **Introduction to the Power Class 0 Specification v1.2.3**. [2017]. Disponível em: <<https://www.wirelesspowerconsortium.com/>>

CURTO CIRCUITO. (2019). Disponível em: <<https://www.curtocircuito.com.br/modulo-driver-ponte-h-l298n.html>> Acesso em 23 Jul. 2019.

BRAGA, C Newton. **7404 - TTL (IP268)**. (2019). Disponível em: <<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/ideias-dicas-e-informacoesuteis/45circuitos-integrados-ttl/2822-ip268>> Acesso em: 23 Jul. 2019.

REIS, Fábio dos. **Duty Cycle**. [2017]. Disponível em:

<<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/curso-de-eletronica/cursodeeletronica-o-que-e-pwm-pulse-width-modulation/>> Acesso em: 23 Jul. 2019.