

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS JOINVILLE
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM
MECATRÔNICA INDUSTRIAL**

**DOUGLAS ROSSI BUOGO
JOSELINO XAVIER JUNIOR**

**PROTÓTIPO DE ALIMENTADOR AUTOMÁTICO PARA
ANIMAIS DOMÉSTICOS – GINGAPETS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**DOUGLAS ROSSI BUOGO
JOSELINO XAVIER JUNIOR**

**PROTÓTIPO DE ALIMENTADOR AUTOMÁTICO PARA
ANIMAIS DOMÉSTICOS – GINGAPETS**

JOINVILLE, 2017

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA.
CAMPUS JOINVILLE
CURSO MECÂTRONICA INDUSTRIAL**

**DOUGLAS ROSSI BUOGO
JOSELINO XAVIER JUNIOR**

**PROTÓTIPO DE ALIMENTADOR AUTOMÁTICO PARA
ANIMAIS DOMÉSTICOS – GINGAPETS**

**Submetido ao Instituto Federal
de Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina
como parte dos requisitos de
obtenção do título de Tecnólogo
em Mecatrônica Industrial.**

Orientador: Michael Klug, Dr.

JOINVILLE, 2017

Buogo, Douglas Rossi. Junior, Joselino Xavier
Protótipo de Alimentador Automático para Animais Domésticos - GingaPets/ Buogo, Douglas Rossi. Junior, Joselino Xavier – Joinville: Instituto Federal de Santa Catarina, 2017. 86 f.

Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Santa Catarina, 2017. Graduação. Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial. Modalidade: Presencial.

Orientador: Michael Klug, Dr.

1. Alimentador 2. Microcontrolador 3. Animais I. Título

**PROTÓTIPO DE ALIMENTADOR AUTOMÁTICO PARA CÃES
- GINGAPETS**

**DOUGLAS ROSSI BUOGO
JOSELINO XAVIER JUNIOR**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Mecatrônica Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Joinville, 05 de Abril de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Michael Klug, Doutor
Orientador

Prof..Emerson Luis de Oliveira, Msc.eng.
Avaliador

Prof. Ary Victorino da Silva Filho, Msc.eng.
Avaliador

AGRADECIMENTOS

A esta instituição, seu corpo docente, direção e administração.

Ao nosso orientador Prof. Dr. Michael Klug pelo suporte, correções e incentivos.

Aos nossos familiares, pelo amor, incentivo e apoio.

A empresa Fabio Perini por nos proporcionar as ferramentas, o espaço para a execução e as peças que compõem o projeto.

Ao Nilton Pedro Cardoso, que sempre esteve nos auxiliando e incentivando.

E principalmente a Deus, por ter nos proporcionado força para a conclusão deste trabalho.

"A ciência é, portanto, uma perversão de si mesma, a menos que tenha como fim último, melhorar a humanidade."

Nikola Tesla

RESUMO

Este projeto aplica conhecimentos em mecatrônica para construção de um protótipo de alimentador automático. Propõe-se automatizar a alimentação de animais domésticos em residências em que os tutores não permanecem por longos períodos. A elaboração do projeto iniciou-se com projetos informacional, conceitual e detalhado, e encerrou-se com desenvolvimento mecânico e eletrônico, analisando a dosagem de ração e água através de motor de passo, rosca helicoidal, válvula solenoide, sensores e controlador.

Palavras-chave: Alimentador; Microcontrolador; Animais.

ABSTRACT

This project applies knowledge in mechatronics for the construction of an automatic feeder prototype. It's proposed to automate the feeding of pets in homes where tutors don't stay for long periods. The elaboration of the project began with informational, conceptual and detailed projects, and ended with mechanical and electronic development, analyzing the dosage of feed and water through stepper motor, helical thread, solenoid valve, sensors and controller.

Keywords: Feeder, microcontroller, animals.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Quantidade sugerida para cachorros filhotes dividida em 2 refeições ao dia	17
TABELA 2 - Quantidade sugerida para cachorros adultos.....	18
TABELA 3 - Hierarquia das necessidades e comparação com proposta do alimentador automático.....	23
TABELA 4 - Soluções para armazenagem da ração	25
TABELA 5 - Soluções para transporte da ração.....	26
TABELA 6 - Soluções para interface usuário-máquina	26
TABELA 7 - Soluções para recipiente.....	26
TABELA 8 - Soluções para fonte de energia do alimentador.....	26
TABELA 9 - Soluções para motorização do transporte da ração	27
TABELA 10 - Matriz morfológica do Alimentador Automático	27
TABELA 11 - Tabela de ângulos de um motor de passo	32
TABELA 12 - Informações técnicas do Motor de Passo.....	33
TABELA 13 – Tabela de materiais.....	40

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Alimentador Nacional	19
FIGURA 2 - Alimentador Importado.....	20
FIGURA 3 – Alimentador Nacional	20
FIGURA 4 - Modelo genérico do processo de desenvolvimento do produto.	21
FIGURA 5 - Pirâmide de Maslow ilustrada	22
FIGURA 6 - Definição de entradas e saídas com função global	24
FIGURA 7 - Definição das entradas e saídas com funções elementares.....	25
FIGURA 8 – Rosca transportadora em 3D	28
FIGURA 9 – Transporte da ração (em corte).....	28
FIGURA 10 – Projeto de montagem mecânica.....	29
FIGURA 11 - Arduino	31
FIGURA 12 - Motor de passo NEMA-17	33
FIGURA 13 – Sensor capacitivo	34
FIGURA 14 – Chapa de aço com marcações para recorte.....	35
FIGURA 15 – Estrutura do protótipo após solda das chapas metálicas	36
FIGURA 16 – Funil de armazenagem de ração.....	37
FIGURA 17 – Recipiente de água e proteções externas.....	38
FIGURA 18 – Placas em policarbonato	38
FIGURA 19 – Rosca fabricada em impressora 3D.....	39
FIGURA 20 – Fontes reguladoras de tensão 12V e 16V.....	41
FIGURA 21 – Tela menu ajuste de horário.....	42
FIGURA 22 – Tela ajuste de minuto	42
FIGURA 23 – Tela ajuste de hora.....	42
FIGURA 24 – Tela definição do número de refeições	43
FIGURA 25 – Tela definição horário da primeira refeição.....	43
FIGURA 26 – Tela principal	43
FIGURA 27 – Válvula solenoide	44
FIGURA 28 – Placas impressas antes da corrosão	45
FIGURA 29 – Placas impressas após corrosão	45

FIGURA 30 – Fluxograma reposição de água.....	46
FIGURA 31 – Pote de água com sensor capacitivo	47
FIGURA 32 – Fluxograma reposição de ração.....	48
FIGURA 33– Recipiente de ração (modelo ineficaz).....	49
FIGURA 34 – Recipiente de ração (modelo eficaz).....	50
FIGURA 35 – Régua de bornes	51
FIGURA 36 – Suporte das fontes e placas.....	51
FIGURA 37 – Vista frontal do protótipo	52
FIGURA 38 – Personalização do protótipo.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LCD - Liquid Crystal Display (Display de cristal líquido)

IHM - Interface homem-máquina

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ABINPET – Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação

ANFALPET – Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação

PVC – Policloreto de vinil

CPU – Central Processing Unit

USB – Universal Serial Bus

PET – Animal Doméstico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivo Geral.....	15
1.2 Objetivos Específicos	15
1.3 Problema	16
1.4 Justificativa	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Alimentação animal	17
2.1.1 Mercado Pet	18
2.2 Processo de desenvolvimento de produtos.....	21
2.2.1 Projeto informacional.....	21
2.2.2 Projeto conceitual.....	24
2.2.2.1 Matriz morfológica	25
2.2.3 Projeto final.....	28
2.3 Microcontroladores.....	29
2.3.1 Arduino	30
2.3.2 Biblioteca “Timer1”	31
2.4 Motor de passo.....	31
2.4.1 Motor de passo NEMA 17	33
2.5.1 Sensores capacitivos	34
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 Processos de fabricação e materiais	35
3.1.1 Conformação mecânica	35
3.1.2 Solda	36
3.1.3 Policarbonato	37
3.1.5 Lista de materiais	39
3.2 Desenvolvimento eletroeletrônico e programação	41
3.2.1 Fonte 12V e Fonte 16V	41
3.2.2 Display LCD.....	41
3.2.3 Válvula Solenoide 12V	44
3.2.4 Placas de circuito impresso	44

3.2.5 Reposição de água	46
3.2.6 Reposição de ração	47
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	49
5 CONCLUSÕES	54
5.1 Extensões.....	54
REFERÊNCIAS.....	55
APENDICES.....	58
APENDICE A – Recipiente armazenador de ração.....	59
APENDICE B – Rosca transportadora.....	60
APENDICE C – Base reservatório de água.....	61
APENDICE D – Lateral do reservatório de água.....	62
APENDICE E – Diagrama placas	63
APENDICE F – Programa Arduino	64
ANEXOS.....	78
ANEXO A – Datasheet motor de passo Nema-17.....	79
ANEXO B – Datasheet driver motor de passo.....	82

1 INTRODUÇÃO

Vive-se em uma era que a tecnologia deixa de ser uma exclusividade dos setores produtivos e invade os lares das famílias, trazendo mais conforto, sofisticação e praticidade. Esse ambiente tecnológico é cada vez mais almejado pelas famílias.

Desta forma, os integrantes dessas famílias estão se tornando independentes e buscando carreira profissional. Os animais de estimação, que antes tinham alguém para cuidar, agora passam horas em casa sozinhos. Para o animal crescer saudável é importante que a alimentação seja controlada e isso requer quantidades e horários específicos.

Os animais de estimação acabam sendo melhores companheiros. O afeto e a dedicação para cuidá-los se torna primordial nos dias de hoje. Visando esse mercado nacional e internacional, cada vez mais a demanda de pet shops e clínicas veterinárias estão aumentando, consequentemente promovendo tipos diferenciados de serviços e um resultado satisfatório dos clientes (SANTOS: RAMIREZ-GÁLVEZ. p.1).

1.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho é desenvolver um protótipo de alimentador automático para cães que evite que o animal coma toda a ração deixada pelo seu tutor de uma só vez, ou até mesmo que o animal perca o interesse pelo alimento.

1.2 Objetivos Específicos

- Aplicar conhecimento em eletrônica desenvolvendo um sistema microcontrolado.
- Aplicar conhecimentos mecânicos na elaboração de uma estrutura estável e resistente.
- Proporcionar comodidade ao usuário.

1.3 Problema

Não é recomendado que um animal doméstico tenha acesso à uma grande quantidade de alimento em uma única refeição e não é possível realizar esse controle sem um sistema automatizado. Fornecer toda a ração em uma única vez dá liberdade ao cão em decidir o quanto e quando comer, dificultando a correta alimentação e nutrição do animal.

1.4 Justificativa

É importante a alimentação ser realizada de forma gradativa, pois é essencial o cuidado com a saúde do animal. Um alimentador automatizado faria com que as dificuldades encontradas sejam sanadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo serão definidos conceitos sobre a alimentação de animais domésticos, sobre o processo de desenvolvimento de produtos, e a definição dos componentes fundamentais para a elaboração de um alimentador automático.

2.1 Alimentação animal

É de suma importância o fornecimento de alimento adequado para os pets (animais domésticos), pois a correta proporção de vitaminas, sais minerais e proteínas garantem a nutrição e desenvolvimento deles. Por isso é recomendado os alimentos industrializados, secos ou úmidos. Esses alimentos contêm em sua fórmula ingredientes que evitam doenças, além da praticidade de estar pronto para o consumo (ABINPET, 2016).

Não é recomendado deixar um pote sempre cheio com ração, pois prejudica a boa alimentação do animal. O excesso de comida pode causar desinteresse pelo alimento, posteriormente rejeitando a ração. Portanto, o tutor possui duas opções: variar o cardápio ou criar uma rotina diária para o pet de acordo com o tamanho e peso (ZANOLINI, 2016).

A tabela 1 expõe a quantidade sugerida para filhotes de cães divididas em 2 refeições diárias:

		IDADE				
		2	4	6	8	12
		(meses)				
PORTE	PESO	QUANTIDADE				
Miniatura	Até 8kg	100g	165g	230g	212g	200g
Pequeno	8 a 16kg	200g	280g	390g	357g	335g
Médio	16 a 24kg	300g	380g	530g	480g	455g
Grande	24 a 40kg	400g	560g	790g	700g	670g
Gigante	> 40kg	400g	580g	790g	700g	670g
Dogue Alemão, São Bernardo, Rottweiler					120 gramas	

TABELA 1 - Quantidade sugerida para cachorros filhotes dividida em 2 refeições ao dia

Fonte: FOSFERPET - 2016

Já para os animais adultos, a fabricante Pedigree indica na sua ração "Equilíbrio Natural" as quantidades organizadas na tabela 2:

Exemplo de raças (peso)	Quantidade/dia
Mini (1-5kg)	30 a 95 gramas
Yorkshire Terrier, Poodle Minim, Chihuahua pequeno (5-10kg)	95 a 155 gramas
Schnauzer Miniatura, Poodle Miniatura, Shih Tzu Médio (10-25kg)	155 a 315 gramas
Cocker Spaniel, Beagle, Schnauzer Grande (25-45kg)	315 a 485 gramas
Labrador, Golden Retriever, Pastor Alemão gigante (mais de 45kg)	485 gramas ou mais
Dogue Alemão, São Bernardo, Rottweiler	120 gramas

TABELA 2 - Quantidade sugerida para cachorros adultos

Fonte: Adaptado <<https://www.pedigree.com.br/produtos/adultos/pedigree-equilibrio-natural-adulto-racas-medias-e-grandes>> Acesso:22/11/16

2.1.1 Mercado Pet

O IBGE apontou que em 2013 os brasileiros possuíam 52 milhões de cães e 22 milhões de gatos, sendo que 44,3% dos lares tem pelo menos um cão e 17,7% tem ao menos um gato. Fonte: G1 (2015). Esse expressivo número acompanha um crescimento no faturamento do mercado pet.

Em estudos da Abinpet, o mercado pet obteve o faturamento de R\$ 18 bilhões em 2015. Em valores aproximados, o resultado engloba os setores de alimentos (R\$ 12,1 bilhões), serviços (R\$ 1,44 bilhão), equipamentos e acessórios (R\$ 1,39 milhões) e medicamentos veterinários (R\$ 696 milhões). Esses dados expressam um crescimento de 7,6% referente ao ano de 2014 (ABINPET, 2015).

Só no primeiro semestre de 2016, o Brasil exportou 107,1 milhões de dólares em produtos para animais de estimação. O destino do maior volume desses produtos é Hong Kong, seguido

do Paraguai, Uruguai, Argentina e Chile. Entretanto, esse valor exportado é inferior ao mesmo período de 2015, no qual a indústria brasileira do segmento exportou mais de 200 milhões de dólares (ABINPET, 2016).

Estima-se que o setor empregue atualmente cerca de 224.000 pessoas, na indústria e comércio: a especialidade de tosador representa a maior ocupação do total de empregos na categoria (51,2%), seguidos pelos banhistas; veterinários; adestradores; dentre outros. (ANFALPET/ABINPET,2012).

Existe uma dificuldade na parte de monitoramento das refeições dos pets, pois grande parte de seus donos acabam passando horas e horas longe de suas residências durante seu cotidiano. Pensando nesse tipo de mercado, estão sendo criados alimentadores automatizados possibilitando um controle direto nas refeições dos animais de estimação.

Após estudo do mercado nacional e internacional de pets, foram encontrados alguns alimentadores automáticos já em comercialização:

- Chalesco Premium: Possui funcionamento baseado na alimentação com pilhas, também permitindo gravação de voz para cada refeição. Conta com painel eletrônico para uma fácil programação. Máquina fabricada pela empresa Chalesco, São Paulo/SP.



FIGURA 1 - Alimentador Nacional
Fonte: Chalesco, 2014.

- **Trixie:** Com timer que garante abertura automática na hora definida. Para quatro refeições com opções de programação a cada 4, 8, 12 ou 24 horas. Pode ser utilizado com alimento úmido. Fácil limpeza.



FIGURA 2 - Alimentador Importado
Fonte: Trixie (marca Alemã), 2015.

- **Bistron Premium:** Despeja na bandeja a quantidade necessária que o pet precisa, ajuda a manter a alimentação balanceada, sendo referência para reeducação alimentar. Possui design moderno e atrativo, prático e confiável e serve até 3 refeições por dia. Empresa American Pets, Guarulhos/SP.



FIGURA 3 – Alimentador Nacional
Fonte: American Pets do Brasil, 2011.

2.2 Processo de desenvolvimento de produtos

Na hora de desenvolver um projeto é de fundamental importância analisar cuidadosamente a proposta do produto a ser desenvolvido, pois esse projeto será basicamente a solução de um problema. Deverão ser observadas as necessidades do mercado, o que é possível e o que é tecnologicamente inviável, até chegar nas especificações do projeto do produto e o seu respectivo processo de produção (Rozenfeld,2006).

A figura 4 mostra as etapas do processo de desenvolvimento de produtos. Este contempla desde as definições da estratégia da empresa até o fim da produção.

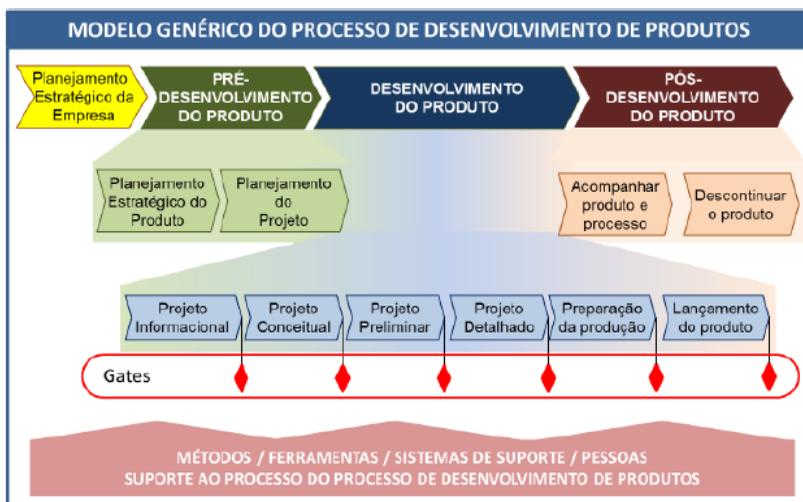


FIGURA 4 - Modelo genérico do processo de desenvolvimento do produto.
Fonte: Rozenfeld, 2006

2.2.1 Projeto informacional

O propósito do projeto informacional é reunir um aglomerado de informações, chamadas de especificações-meta que auxiliarão na geração de soluções para o produto a ser desenvolvido. Deverão ser consideradas as necessidades

expostas pelo cliente. As definições dessas informações são um importante passo para a sequência do projeto. A escolha inadequada pode provocar uma sucessão de decisões que não contribuirão para as soluções desejadas (Rozenfeld, 2006).

Um método para identificar as necessidades do cliente é a Teoria da Hierarquia das Necessidades, ou Pirâmide de Maslow.

Maslow apresentou uma teoria da motivação segundo aquela as necessidades humanas estão organizadas e dispostas em níveis, em uma hierarquia de importância de influência. Essa hierarquia de necessidades pode ser visualizada como uma pirâmide. Na base da pirâmide estão as necessidades mais baixas (necessidades fisiológicas) e no topo, as necessidades mais elevadas (as necessidades de auto realização) [CHIAVENATO,2004.p.329].

De forma ilustrada a figura 5 localiza na pirâmide a hierarquia das necessidades:



FIGURA 5 - Pirâmide de Maslow ilustrada

Fonte: <<http://www.tecnicoemfermagem.net.br/teoria-de-maslow/>> Acesso em 30/10/2016

A tabela 3 faz uma comparação com as definições de cada necessidade evidenciada por Chiavenato e as concepções construídas para o protótipo do alimentador automático.

Necessidades	Chiavenato (2004)	Proposta do Alimentador Automático
Fisiológicas	São alusivas à sobrevivência do indivíduo.	Saciar a fome do animal de estimação através do fornecimento de ração nas suas refeições diárias.
Segurança	Concentram os sentimentos de segurança, estabilidade e defesa.	Impedir que o animal machuque-se ou contamine-se
Sociais	Contempla a vida em sociedade do indivíduo.	Feito para entusiastas de animais de estimação, proporciona maior facilidade para administrar as refeições de seu animal.
Estima	Envolve o amor próprio e autoconfiança	Busca proporcional a quem está á sua volta que tem grande consideração pelo animal e está preocupado com sua rotina de alimentação.
Autorrealização	Realização do próprio potencial.	Apresenta fácil programação e proporciona total autonomia na personalização da rotina das refeições do animal de estimação.

TABELA 3 - Hierarquia das necessidades e comparação com proposta do alimentador automático.

Fonte: CHIAVENATO (2004) / Próprio autor

2.2.2 Projeto conceitual

O projeto conceitual é a etapa onde os dados evidenciados na etapa informacional tornam-se ideias e soluções para o problema do projeto. Para não tratar o problema de uma forma geral, é necessário elaborar uma modelagem funcional, descrevendo as capacidades desejadas. Estas por sua vez são segmentadas em várias etapas, configurando o problema geral de uma forma menos abstrata (Rozenfeld, 2006).

"A função global é representada graficamente por um bloco em que existem entradas e saídas de um sistema representadas pelos fluxos de energia, material e sinal" (GUIMARÃES: TORRES, 2010.p.5).

A figura 6 expõe a função global proposta para o alimentador automatizado:

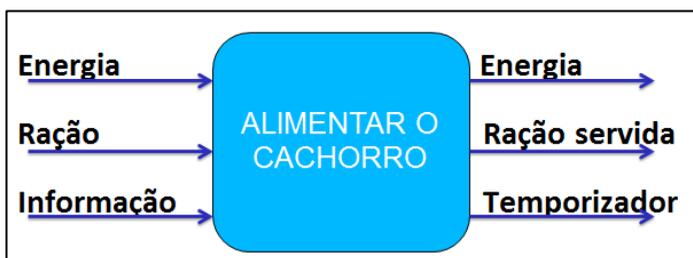


FIGURA 6 - Definição de entradas e saídas com função global
Fonte: Próprio autor

Guimarães e Torres (2010) complementam que essa função global pode ser desdobrada em funções de complexidade menor até o nível de funções elementares, facilitando a busca por soluções. A figura 7 expõe as funções elementares propostas para o alimentador automatizado:

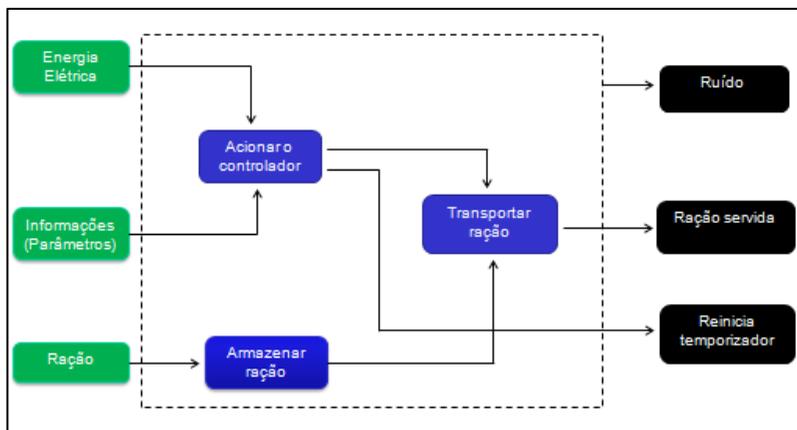


FIGURA 7 - Definição das entradas e saídas com funções elementares
Fonte: Próprio autor

2.2.2.1 Matriz morfológica

O método morfológico divide o problema maior que é complexo em partes mais simples. É uma ferramenta em que gera-se várias alternativas para diversos parâmetros. Pode-se utilizar como parâmetros funções essenciais do produto, essas serão focadas e trabalhadas individualmente, apresentando para cada uma ideia de construção (Rozenfeld,2006).

As tabelas 4,5,6,7,8 e 9 apresentam essas ideias para cada parâmetro selecionado.

1. Armazenar		
		
Recipiente metálico	Recipiente plástico	Recipiente em aço inoxidável

TABELA 4 - Soluções para armazenagem da ração
Fonte: Próprio autor

2. Transportar

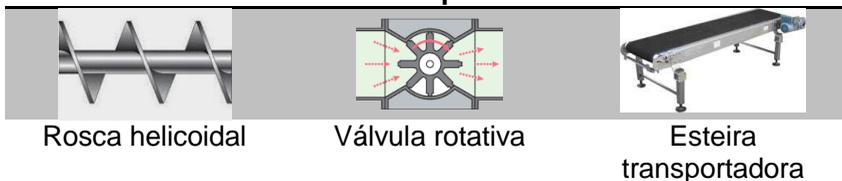


TABELA 5 - Soluções para transporte da ração

Fonte: Próprio autor

3. Tela interativa



TABELA 6 - Soluções para interface usuário-máquina

Fonte: Próprio autor

4. Recipiente



TABELA 7 - Soluções para recipiente

Fonte: Próprio autor

5. Fonte de energia



TABELA 8 - Soluções para fonte de energia do alimentador

Fonte: Próprio autor

6. Motorização



TABELA 9 - Soluções para motorização do transporte da ração

Fonte: Próprio autor

A tabela 10 representa a Matriz Morfológica. Reúne todas essas ideias individualmente apresentadas. A partir dela é possível combinar princípios de solução e criar esboços do produto completo (Rozenfeld, 2006).

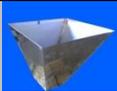
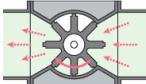
	Solução 1	Solução 2	Solução 3
Armazenamento			
Transporte			
Tela			
Recipiente			
Fonte de Energia			
Motorização			

TABELA 10 - Matriz morfológica do Alimentador Automático

Fonte: Próprio autor

2.2.3 Projeto final

Foram feitas simulações e desenhos para os componentes e para a estrutura em geral. A figura 8 representa a rosca helicoidal em 3D. Os desenhos em 2D encontram-se no apêndice.

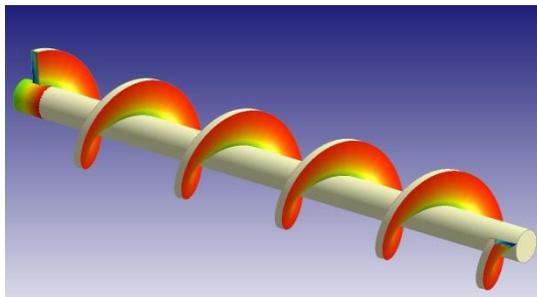


FIGURA 8 – Rosca transportadora em 3D
Fonte: Próprio autor

A distribuição da ração dar-se-á partir da queda por gravidade do reservatório para a rosca helicoidal, que através do motor de passo fará o transporte até o pote alimentador. A figura 9 mostra, em corte, esta etapa do projeto.

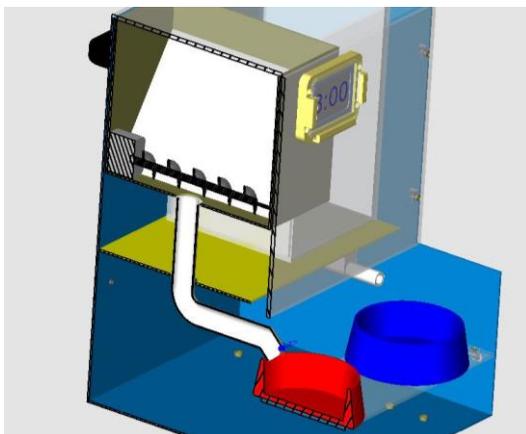


FIGURA 9 – Transporte da ração (em corte)
Fonte: Próprio autor

O projeto para montagem mecânica do protótipo contém:

- Fechamento em chapas de aço carbono e de policarbonato,
- Alça e rodízios giratórios para transporte,
- Alça para abertura da tampa superior,
- Reservatório de ração em chapa de aço carbono
- Reservatório de água em chapa de policarbonato
- Potes plásticos
- Rosca transportadora de plástico no interior de um tubo de PVC.
- Motor de passo para acionamento da rosca

A figura 10 ilustra o projeto de montagem.

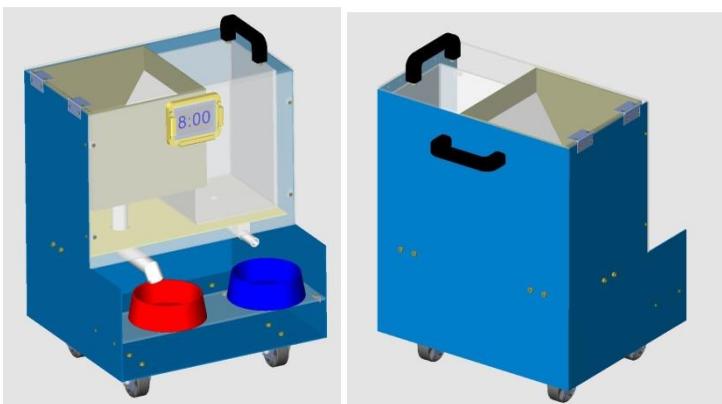


FIGURA 10 – Projeto de montagem mecânica
Fonte: Próprio autor

2.3 Microcontroladores

Segundo Miyadaira(2012), microcontroladores são dispositivos providos de inteligência, compostos de uma Unidade Central de Processamento (CPU) e periféricos. Numerosos componentes são enquadrados em um espaço limitado de uma pastilha de silício a partir da técnica de circuitos integrados (CI's).

É possível encontrar microcontroladores em quase todos equipamentos digitais como os celulares, impressoras, etc.

O termo microcontrolador é usado para descrever um sistema mínimo que inclui uma CPU, memória e circuitos de entrada e saída, tudo montado num único circuito integrado, que pode ter de 8 a até mais de 100 pinos. Alguns microcontroladores podem vir com contadores decimais internos, conversores analógico digitais, comparadores de tensão e circuitos de comunicação serial, tudo embutido no mesmo encapsulamento. [SILVEIRA,2011, p.20]

"Outro termo hoje muito comum é se referir aos microcontroladores como controladores embarcados, já que eles são montados dentro do aparelho ou instrumento que controlam" (SILVEIRA,2011). Mehl (2011), define esses sistemas embarcados como sistemas de uso específico, com seus recursos como memória e processamento projetados exclusivamente para esta finalidade especial. Mehl também destaca que essa otimização na realização de tarefas traz consigo uma redução do tamanho, recursos e custos do projeto, além de um aumento na confiabilidade.

Os microcontroladores embarcados estão em alta e apresentando baixos custos tecnológicos, mostram uma boa expectativa de crescimento. Tem-se exemplos comuns como os celulares com máquina fotográfica, agendas e outros recursos. O projeto de um sistema embarcado tem como base um ou mais processadores, memórias, interfaces para periféricos e blocos dedicados. (CARRO;WAGNER,2003.p.1)

2.3.1 Arduino

"O Arduino é uma plataforma de computação física, com base em uma placa simples de entrada/saída. É formado pela Placa Arduino (hardware) e o IDE do Arduino (software). (BANZI.2012)

Com o Arduino é possível programar entradas e saídas de informações entre um dispositivo e os componentes conectados a ele, com fácil programação e baixo custo.

(SILVEIRA,2011). O ambiente de programação pode ser executado em Windows, Macintosh e Linux, através de um cabo USB, sendo hardware e software de fonte aberta. (BANZI,2011)



FIGURA 11 - Arduino UNO
Fonte: <https://store.arduino.cc/product/A000066>

2.3.2 Biblioteca “Timer1”

Esta biblioteca permite configurar um temporizador virtual. É uma maneira fácil e rápida de configurar frequências através do próprio programa. Desta forma elimina-se a necessidade de um componente específico para tal função.

2.4 Motor de passo

A principal motivação para a criação do motor de passo provavelmente foi a necessidade de um equipamento para posicionamento angular com melhor precisão do que os sistemas com realimentação e correção de respostas aplicados a posicionadores, utilizando motores de corrente contínua aliados a servomecanismos. [CARVALHO, 2007. p.223]

O motor de passo é um dispositivo eletromecânico que transforma pulso elétrico em movimento mecânico, gerando variação angular discreta. (BRITES; SANTOS, 2008, p.3).

O ângulo de passo define quão preciso é o deslocamento do motor. Este ângulo pode ser compreendido como o ângulo deslocado após um único pulso aplicado ao motor. (CARVALHO, 2007 p.224)

Carvalho(2007) afirma que quanto menor o ângulo de passo maior precisão terá o motor. A tabela 11 apresenta os ângulos de passo mais comuns encontrados no mercado. A coluna da esquerda mostra a quantidade de passos necessários para que o motor complete uma volta completa.

Ângulo de Passo	Passos para 360°
0,72	500
1,8	200
2,0	180
2,5	144
5,0	72
7,5	48
15	24

TABELA 11 - Tabela de ângulos de um motor de passo
Fonte: (CARVALHO,2007 p.224)

"A velocidade que o rotor gira é dada pela frequência de pulsos recebidos e o tamanho do ângulo rotacionado é diretamente relacionado com o número de pulsos aplicados." (BRITES;SANTOS,2008.p.3).

A unidade de medida utilizada para velocidade do motor de passo é a milissegundos por passo.

2.4.1 Motor de passo NEMA 17

O motor de passo escolhido foi o NEMA-17 devido seu tamanho ser o mais compatível com o dimensionamento do projeto, além de ser um item de fácil acionamento.



FIGURA 12 - Motor de passo NEMA-17
Fonte: Neoyama

A tabela 12 traz informações técnicas do motor de passo selecionado.

Item	Especificação
Ângulo do passo	1,8°
Nº de passos	200
Enrolamento	Espiras bifilares
Temperatura máx. de operação	80°C
Temperatura ambiente	~10°C ~50°C
Resistência de isolamento	100 Ω / 500 Vdc
Rigidez elétrica	500 Vac / 1 min.
Classe de isolamento	B
Folga máx. radial	0,03mm / Carga=400g
Folga máx. axial	0,03mm / Carga = 500g
Detent torque	0,06 gf.cm
Inércia do rotor	48 g.cm ²
Quantidade de fios	6
Peso	0,22 kg
Sugestão de driver compatível	AKDMP5-1.7A

TABELA 12 - Informações técnicas do Motor de Passo
Fonte: Neoyama

2.5 Sensoriamento

2.5.1 Sensores capacitivos

O funcionamento dos sensores capacitivos consiste na alteração da capacitância da placa detectora na face sensível. Frequentemente utilizados na identificação de sólidos metálicos ou não metálicos, além de atuar no monitoramento de níveis máximo e mínimo de líquidos. Fundamenta-se no preceito da alternância de frequência de oscilação de um circuito ressonante com a mudança da capacitância estabelecida pela placa sensível e o ambiente causado pela aproximação de algo (WEG, 2017).

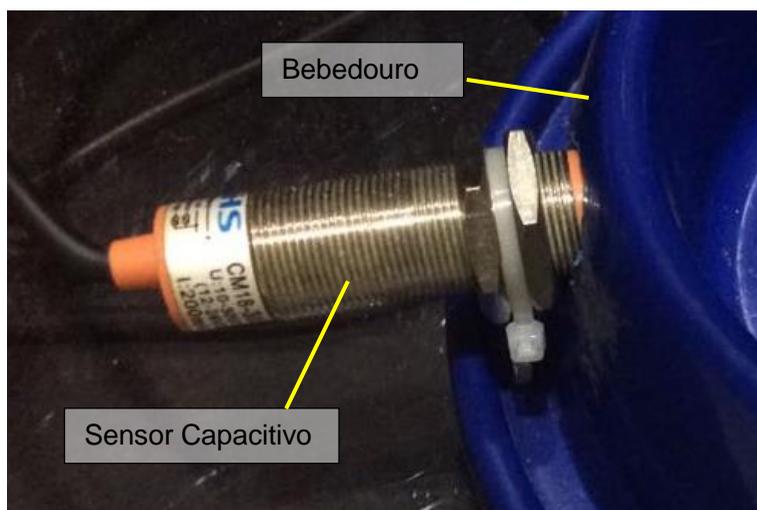


FIGURA 13 – Sensor capacitivo
Fonte: Próprio autor

3 METODOLOGIA

3.1 Processos de fabricação e materiais

3.1.1 Conformação mecânica

A primeira etapa foi a construção mecânica do protótipo. Para tal, foi utilizada, como forma de reaproveitamento de material, uma placa de aço carbono com pintura pó texturizada destinada a painéis elétricos. Foram recortadas as chapas laterais, de fundo e traseira (Figura 14).



FIGURA 14 – Chapa de aço com marcações para recorte
Fonte: Autor

3.1.2 Solda

O processo de soldagem selecionado foi a arco elétrico com eletrodo revestido. Também chamada de soldagem manual a arco elétrico é realizada a partir da abertura de um arco elétrico entre o eletrodo revestido e a peça. O calor produzido é capaz de fundir o metal de base, o revestimento e a alma do eletrodo, realizando assim a união. É o mais utilizado por ter baixo custo e flexibilidade de aplicação, possuindo grande quantidade de modelos encontrados em mercado. (ESAB,2017). A solda foi utilizada para unir as chapas laterais com as chapas de fundo e traseira, proporcionando o formato ilustrado na figura 15.



FIGURA 15 – Estrutura do protótipo após solda das chapas metálicas
Fonte: Autor

A figura 16 demonstra o processo de confecção do funil de armazenamento de ração.

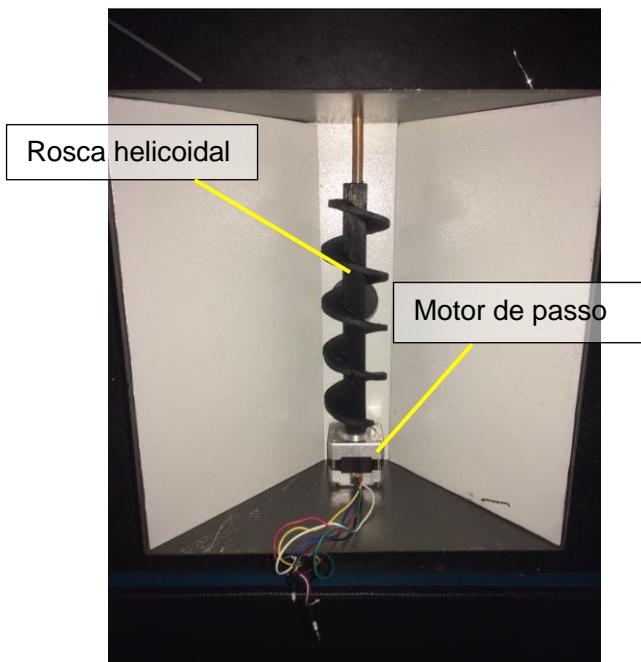


FIGURA 16 – Funil de armazenagem de ração
Fonte: Autor

3.1.3 Policarbonato

O policarbonato foi o material utilizado para confecção do reservatório de água e para tampas frontais e superiores. Este material foi escolhido devido sua excelente resistência ao impacto e temperatura, proporcionando ao mesmo tempo transparência. Para vedação das arestas do reservatório de água foi utilizado adesivo silicone (Figuras 17 e 18).

3.1.4 Rosca transportadora

A rosca transportadora foi feita utilizando a tecnologia de impressão 3D pelo processo de deposição de camadas de plástico. A rosca tem a forma helicoidal e trabalha realizando movimentos rotativos, sendo acionado pelo motor de passo e tornando uma boa opção para transporte de material seco (ração). A figura 19 mostra ilustra a rosca fabricada.



FIGURA 19 – Rosca fabricada em impressora 3D
Fonte: Autor

3.1.5 Lista de materiais

A tabela 13 apresenta a lista de materiais utilizados no protótipo.

Qtd	Descrição	D. Acabadas	Material
1	Chapa 1	350 x 300 x 2	Aço inoxidável
2	Chapa 2	400 x 300 x 2	Aço inoxidável
1	Chapa 3	400 x 354 x 2	Aço inoxidável
1	Chapa 4	350 x 180 x 2	Aço inoxidável
4	Cantoneira 1	45 x 40 x 2	Aço
8	Cantoneira 2	20 x 10 x 1	Aço
1	Placa Policarbonato 1	350 x 100 x 4	Policarbonato
1	Placa Policarbonato 2	354 x 250 x 4	Policarbonato
1	Placa Policarbonato 3	354 x 202 x 4	Policarbonato
1	Policarbonato Base Agua	148 x 140 x 4	Policarbonato
4	Policarbonato Lateral Agua	220 x 140 x 4	Policarbonato
1	Suporte do LCD	90 x 70 x 18	Policarbonato
1	Proteção LCD	78 x 60 x 4	Policarbonato
1	Funil	200 x 200 x 240	Aço
2	Dobradiça	44 x 40 x 2	Aço
2	Puxador	120 x 20 x 40	Plastico
2	Recipiente de Ração	Ø120 x 40	Plastico
1	Rosca Transportadora	Ø25 x 150	Plastico
1	Calha Transportadora	Ø200 x 40 x 30	Plastico - PVC
4	Suporte Roda	50 x 40 x 30	Aço
4	Roda	Ø50 x 20	Plastico
1	Solenoide	- -	Eletronico
1	Motor de passo	- -	Eletronico
1	Display LCD	- -	Eletronico
2	Conector Agua	1/4" NPT	Latão
1	Mangueira	Ø8 x 100	PU
4	M6 x 40	M6 x40	DIN 912
32	M3 x 8 - DIN 7991	M3 x 8	DIN 7991
24	M5 x 20 - DIN 912	M5 x 20	DIN 912
28	Porca M3	M3	DIN 934
20	Porca M5	M5	DIN 934

TABELA 13 – Tabela de materiais

Fonte: Autor

3.2 Desenvolvimento eletroeletrônico e programação

3.2.1 Fonte 12V e Fonte 16V

Com objetivo de proporcionar uma tensão de saída contínua e ajustável foi desenvolvida uma fonte simétrica de onda completa com ponte de diodo e regulador de tensão 12V para o circuito do Arduino.

Ao lado direito da figura 20, uma fonte chaveada de 16V para alimentação do motor de passo.



FIGURA 20 – Fontes reguladoras de tensão 12V e 16V
Fonte: Autor

3.2.2 Display LCD

Foram desenvolvidas interfaces para o display LCD responsáveis pela comunicação usuário-máquina. A primeira etapa para configuração do alimentador é o ajuste de horário. É possível regular em formato 24h (Figuras 21,22 e 23).



FIGURA 21 – Tela menu ajuste de horário
Fonte: Autor



FIGURA 22 – Tela ajuste de minuto
Fonte: Autor



FIGURA 23 – Tela ajuste de hora
Fonte: Autor

A segunda etapa consiste em estipular o número de alimentações que o protótipo irá realizar, ou seja, a quantidade de porções que serão oferecidas ao pet. Foi criado um limite de quatro refeições programáveis (Figura 24).



FIGURA 24 – Tela definição do número de refeições
Fonte: Autor

O mesmo número de alimentações definidos será o de horários a ser definidos. Definem-se horas e minutos de cada refeição (Figura 25).



FIGURA 25 – Tela definição horário da primeira refeição
Fonte: Autor

Encerrando, o display apresentará a tela principal contendo a identificação do aparelho (Ginga Pets), horário atual e horário programado para a próxima refeição (Figura 26).



FIGURA 26 – Tela principal
Fonte: Autor

3.2.3 Válvula Solenoide 12V

Para transferência da água do reservatório para o pote foi selecionada uma válvula solenoide 12V.

Essa válvula possui entrada e saída de fluxo sendo utilizada para permissão ou bloqueio da passagem de um fluido. Possui um formato cilíndrico posicionando-se a 180° em relação ao fluxo da água, tornando assim um item eficiente e prático para a aplicação. Quando uma determinada corrente elétrica é conduzida pelos fios da bobina da válvula é gerada uma força que é responsável pelo acionamento da mesma. Esse modelo de válvula é normalmente fechada, portanto só permite a passagem do fluido quando a bobina estiver energizada (ASCOVAL,2017).



FIGURA 27 – Válvula solenoide
Fonte: Autor

3.2.4 Placas de circuito impresso

Com auxílio do software Proteus foi desenvolvido o diagrama da placa, conforme Apêndice F. O mesmo foi impresso em papel especial e formato espelhado. Com auxílio de uma prensa térmica, realizou-se a transferência térmica da imagem para a placa de fibra de vidro.

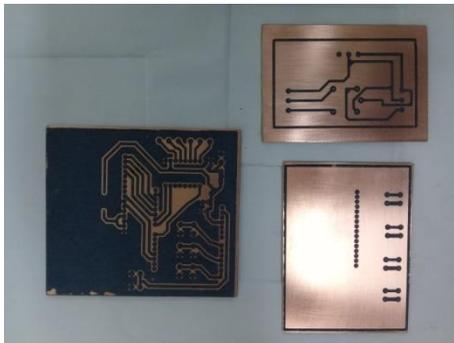


FIGURA 28 – Placas impressas antes da corrosão
Fonte: Autor

As placas receberam furação e passaram por um processo de corrosão da superfície através de imersão em uma solução de perclorato de ferro. Esse processo durou aproximadamente 10 minutos. Após retirar a placa, foi necessário lavar com bastante água, secar e polir com uma esponja de aço fina. O resultado desta etapa é apresentado na figura 29.

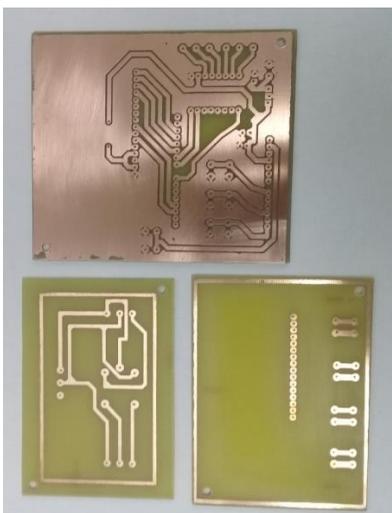


FIGURA 29 – Placas impressas após corrosão
Fonte: Autor

3.2.5 Reposição de água

Foi criado um circuito simples para reposição de água. Um sensor capacitivo foi acoplado ao pote para detectar a presença de água no mesmo. Enquanto atuado, o sistema permanece parado, ao desatuar o sensor, o mesmo fecha o relé que por sua vez aciona a válvula solenoide, liberando água para o pote. Quando atingir o nível do sensor, o abastecimento de água é interrompido. A figura 30 mostra o fluxograma de reposição de água e a figura 31 mostra a instalação do sensor no pote.

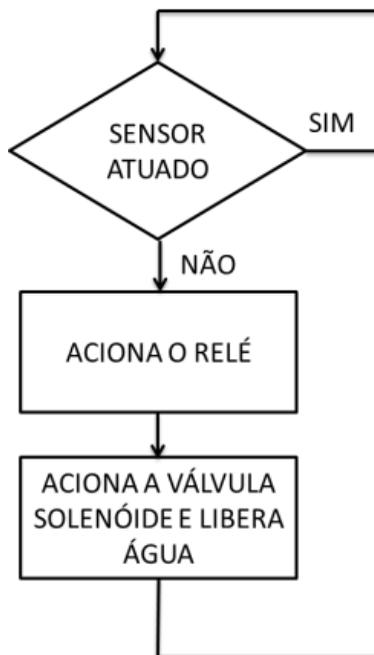


FIGURA 30 – Fluxograma reposição de água
Fonte: Autor

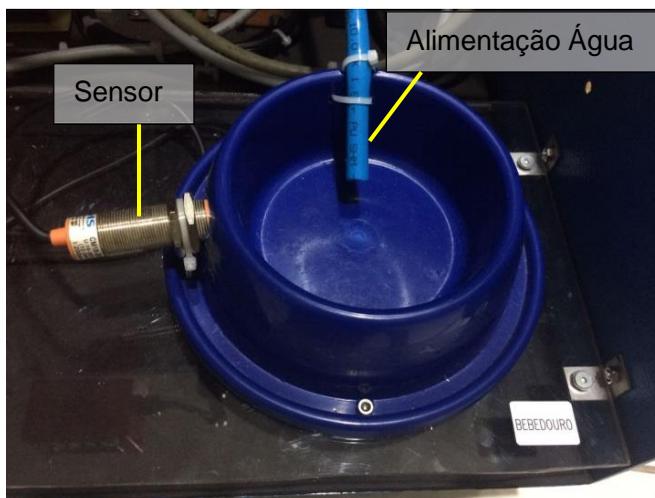


FIGURA 31 – Pote de água com sensor capacitivo
Fonte: Autor

3.2.6 Reposição de ração

O mecanismo de reposição de ração é composto por uma rosca helicoidal acionada por um motor de passo. Sistema controlado por arduino, onde é possível programar o horário de até 04 refeições diárias.

A programação feita a partir do Arduino encontra-se no apêndice G e o fluxograma de funcionamento da reposição de ração pode ser observado na figura 32.

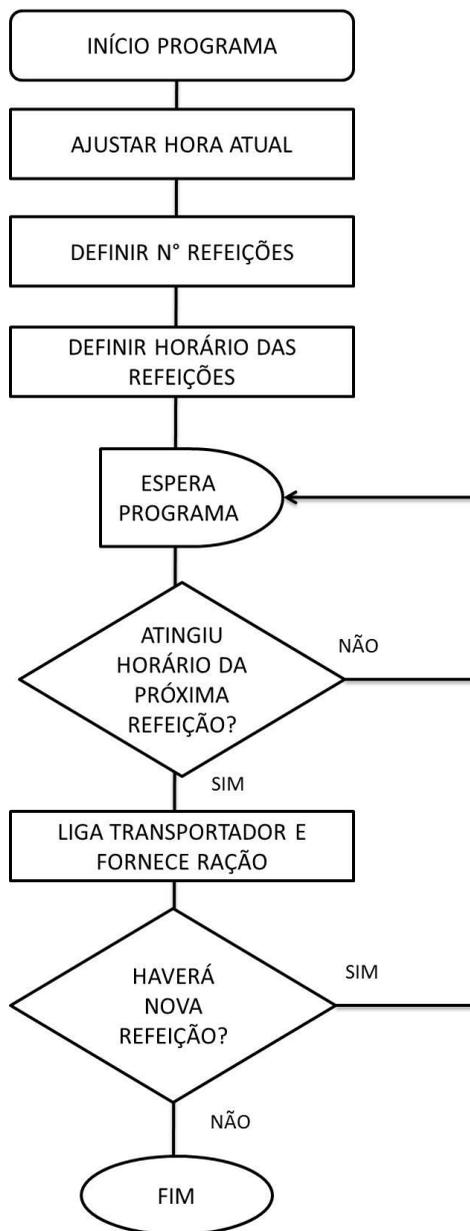


FIGURA 32 – Fluxograma reposição de ração
Fonte: Próprio Autor

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Uma das primeiras dificuldades encontradas foi o fluxo de ração. O recipiente em formato de tronco de cone era separado do transportador helicoidal, e no momento da transferência de ração, a mesma trancava no tubo e o motor de passo não possuía torque necessário para continuar (Figura 33).

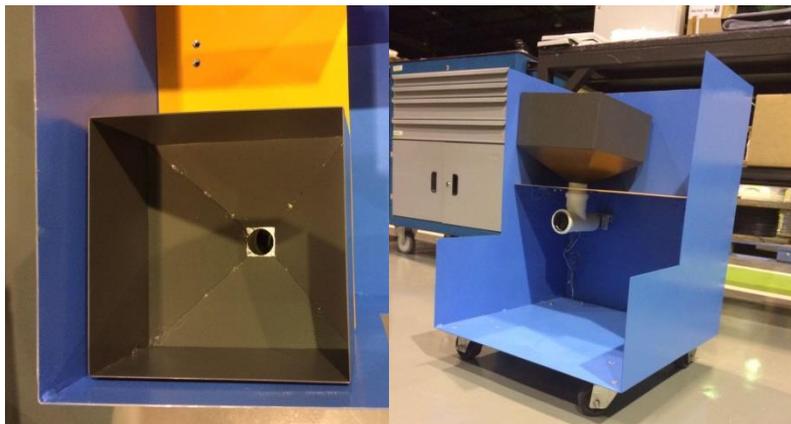


FIGURA 33– Recipiente de ração (modelo ineficaz)
Fonte: Próprio Autor

Foi então modificado o conjunto, integrando o transportador ao recipiente de armazenagem. Ao passar pelo helicoidal, a ração desloca-se livremente pelo tubo (Figura 34).



FIGURA 34 – Recipiente de ração (modelo eficaz)
Fonte: Próprio Autor

O arduino se mostrou eficiente e supriu as necessidades propostas apresentando uma boa velocidade de resposta. Um item muito importante utilizado foi a utilização da biblioteca “timer one” que substituiu a necessidade de um hardware para controle de tempo. Uma dificuldade encontrada foi que em toda reinicialização do arduino, o mesmo envia sinal para o motor que executada alguns passos durante alguns segundos. Esse pequeno problema não interfere no funcionamento.

Para reposição de água foi desenvolvido um sistema simples e eficiente. O sensor capacitivo se mostrou eficaz para atuação do nível de água.

Prezando pela organização os conectores foram alocados em uma régua de borne, proporcionando um visual mais agradável (Figura 35).

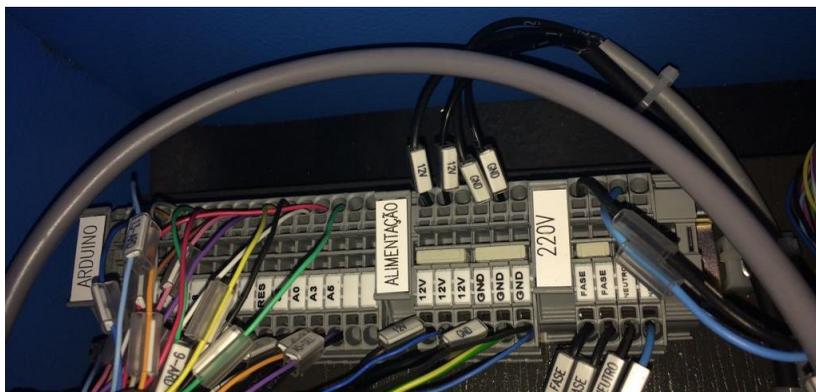


FIGURA 35 – Régua de bornes
Fonte: Próprio Autor

Foi desenvolvido um suporte para componentes eletrônicos na base do protótipo. Nele foram organizadas as fontes de 12 e 16V, a régua de bornes, arduino, placas de comunicação do arduino e de controle do fluxo de água (Figura 36).

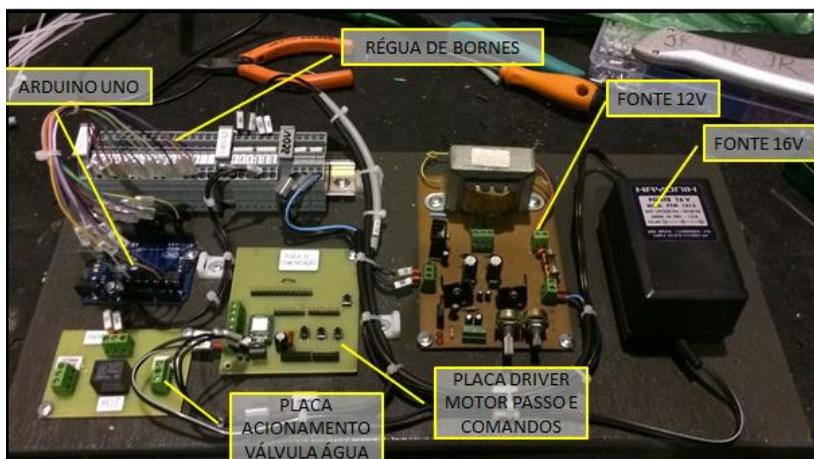


FIGURA 36 – Suporte das fontes e placas
Fonte: Próprio Autor

Os fechamentos frontais em policarbonato, além de proporcionar segurança, proporcionam uma visão didática dos

componentes internos do protótipo. Ao lado esquerdo é possível visualizar o reservatório de ração com transportador interno, tubo de PVC e pote de alimentação, um display LCD com os botões seletores. Ao lado direito tem-se o reservatório de água, válvula solenoide e o pote alimentador com controle de nível feito pelo sensor capacitivo (Figura 37).

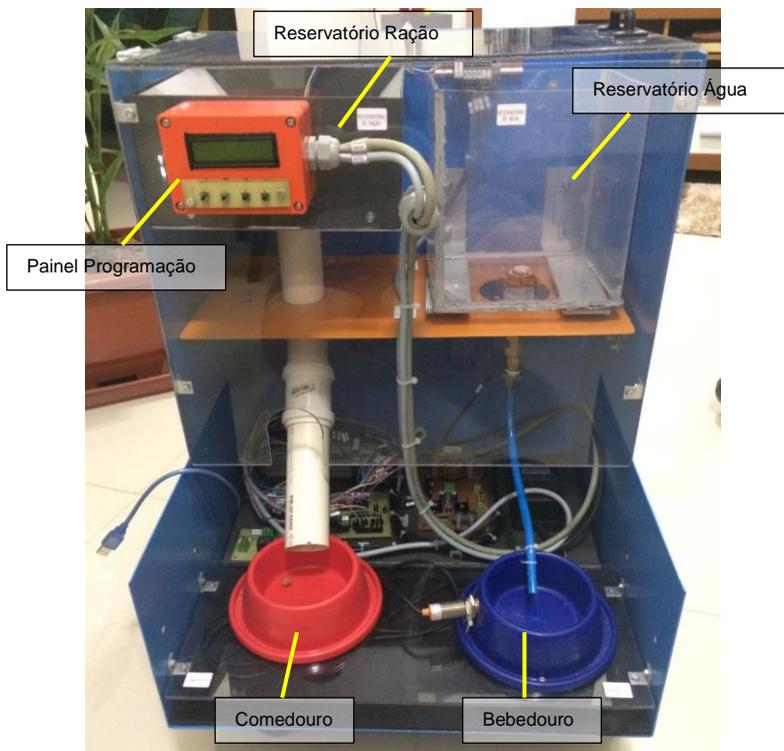


FIGURA 37 – Vista frontal do protótipo
Fonte: Próprio Autor

Para deixar o protótipo com uma identidade própria e valorizar o visual externo, foram incluídos adesivos de patas de cachorro e um pote de ração com o logo *Gingapets*.



FIGURA 38 – Personalização do protótipo
Fonte: Próprio Autor

Para o teste final, a ração foi coletada após uma reposição executada e feito medição do peso fornecido. O resultado foi de 60 gramas, sendo possível então fornecer até 240 gramas diárias. Compara-se então com a tabela 2 e define-se o número de refeições para cada raça, limitado aos animais de até 25 kg.

5 CONCLUSÕES

Com este projeto obtivemos um protótipo de alimentador automático para cães que proporciona uma autonomia de quatro refeições programáveis em um período de 24 horas, atendendo assim a maioria das rotinas diárias de alimentações recomendadas.

O maior benefício deste protótipo frente aos alimentadores não automatizados é a possibilidade de definir horários para alimentações. Outro ponto que diferencia o projeto é o sistema de reposição de água, incomum até em equipamentos automatizados encontrados no mercado.

Uma notável característica do projeto foi prezar pela organização, com a régua de bornes e identificações, e pela visão didática proporcionada pelas placas de policarbonato.

Vale destacar a utilização de materiais reaproveitados de processos produtivos, pois sem isso deixaria o protótipo encarecido.

5.1 Extensões

Após conclusão desse projeto, algumas ideias de complemento são destacáveis:

- Programar um aplicativo android/IOS para controle remoto do alimentador;
- Criar uma página na internet para executar a programação dos horários online;
- Controle do peso da ração por célula de carga, comparando o pote com o reservatório;
- Desenvolver um sistema de descarte de ração antes de uma nova programação de horário.

REFERÊNCIAS

BANZI, Massimo. **Primeiros passos com o Arduino**. 1ed. São Paulo: Editora Novatec:2012

Brites, Felipe Gonçalves; Santos, Vinicuis P. de Almeida **Motor de Passo**. UFF. 2008. Disponível em <<http://www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/stepmotor/stepmotor2k81119.pdf>> Acesso em 18/10/2016.

Carro, Luigi; Wagner, Flávio Rech. **Sistemas Computacionais Embarcados**. UFRGS. Disponível em: <<ftp://ftp.inf.ufrgs.br/pub/flavio/cmp231/jai2003.pdf>> Acesso em 19/10/2016.

Carvalho, Geraldo. **Máquinas Elétricas: Teoria e Ensaio**. São Paulo: Editora Érica, 2007 2ed. 260p

Chiavenato, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. São Paulo: Editora Elsevier, 2004. 7ed.637p. <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Temporizador>> Acesso em 30/10/2016.

Guimarães, Manoel F. dos Santos; Torres, José B. **Modelagem funcional voltada ao desenvolvimento de uma infraestrutura utilizada como suporte à simulação de processos produtivos**. UFC,2010. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_117_767_17041.pdf> Acesso em 30/10/2016.

Miyadaira, Alberto Noboru. **Microcontroladores PIC18: aprenda e programe em linguagem C**. 3ed. São Paulo: Érica, 2012.

Mehl, Ewaldo Luiz de Mattos. **Sistemas Eletrônicos Embarcados**. UFPR,2011. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/mehl/te200/aulas/embarcados.pdf>> Acesso em 24/10/2016.

ROZENFELD, Henrique. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SANTOS, Danilo Sanches; RAMIREZ-GÁLVEZ, Martha. **Entre humanos e animais - Relações familiares na sociedade contemporânea.** Disponível em <http://www.abant.org.br/conteudo/ANAIS/CD_Virtual_28_RBA/programacao/grupos_trabalho/artigos/gt41/Danilo%20Sanches%20Santos.pdf> Acesso em: 18 nov. 2016

SILVEIRA, João A. **Experimentos com Arduino.** São Paulo: Ensino Profissional, 2011. 200p.]

ZANOLINI, Luana. **Deixar o pote de ração do cachorro sempre cheio não é indicado.** Disponível em: <<http://revistameupet.com.br/alimentacao/deixar-o-pote-de-racao-do-cachorro-sempre-cheio-nao-e-indicado/3920/>> Acesso em 19/10/2016.

<<http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS3231.pdf>> Acesso:23/11/16.

<<http://www.neoyama.com.br/produtos/motores/motor-de-passo/motor-de-passo-nema-17-torque-110-kgf-cm-corrente-010-a/>> Acesso em 01/10/2016.

<<http://www.vetplussoftware.com.br/noticias.php?cod=6>> Acesso em 23/10/2016.

<<http://www.petrede.com.br/servicos/mercado/mercado-de-produtos-e-servicos-estao-se-expandindo-para-atender-clientes-cada-vez-mais-exigentes/>> Acesso em 23/10/2016.

<<http://www.americanpets.com.br/american.asp>> Acesso em 23/10/2016.

<<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2015/06/brasileiros-tem-52-milhoes-de-caes-e-22-milhoes-de-gatos-aponta-ibge.html>> Acesso em 26/11/2016.

<<http://abinpet.org.br/site/mercado/>> Acesso em 26/11/2016

<<http://abinpet.org.br/site/industria-pet-brasileira-exportou-us-107-milhoes-fob-no-primeiro-semester-de-2016/>> Acesso em 26/11/2016.

<<http://www.vetplussoftware.com.br/noticias.php?cod=6>> Acesso em 26/11/2016.

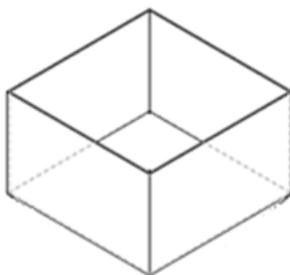
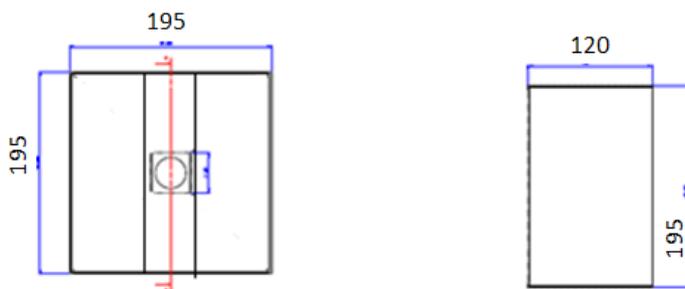
<<http://abinpet.org.br/site/alimento-completo-e-fundamental-para-o-bem-estar-dos-animais-de-estimacao/>> Acesso em 26/11/2016.

<http://www.esab.com.br/br/pt/education/blog/processo_soldagem_eletrodo_revestido_mma_smaw.cfm> Acesso: 04/01/2017

<<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-sensores-e-fontes-50029077-catalogo-portugues-br.pdf>> Acesso: 12/02/2017

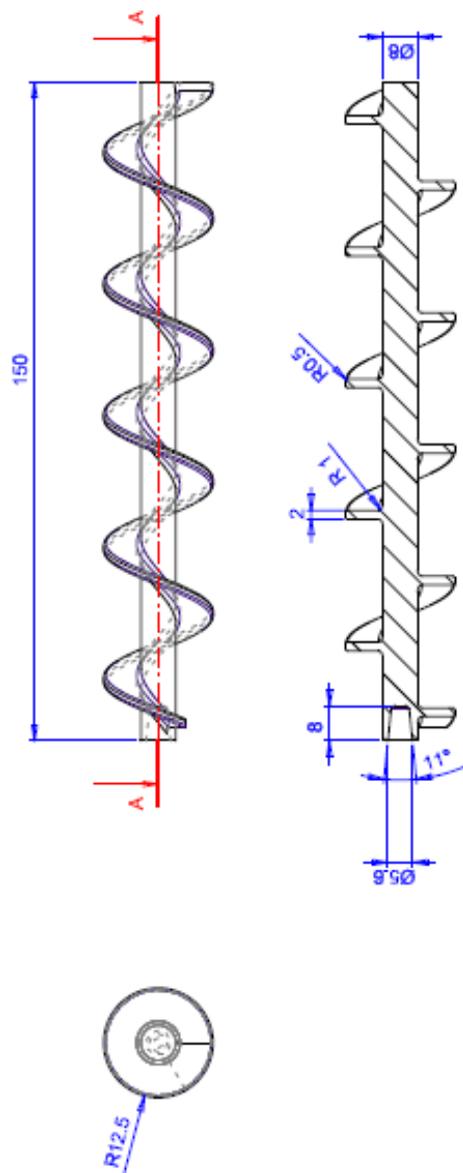
<http://www.ascoval.com.br/val_2v.aspx> Acesso: 15/02/2017

APENDICES

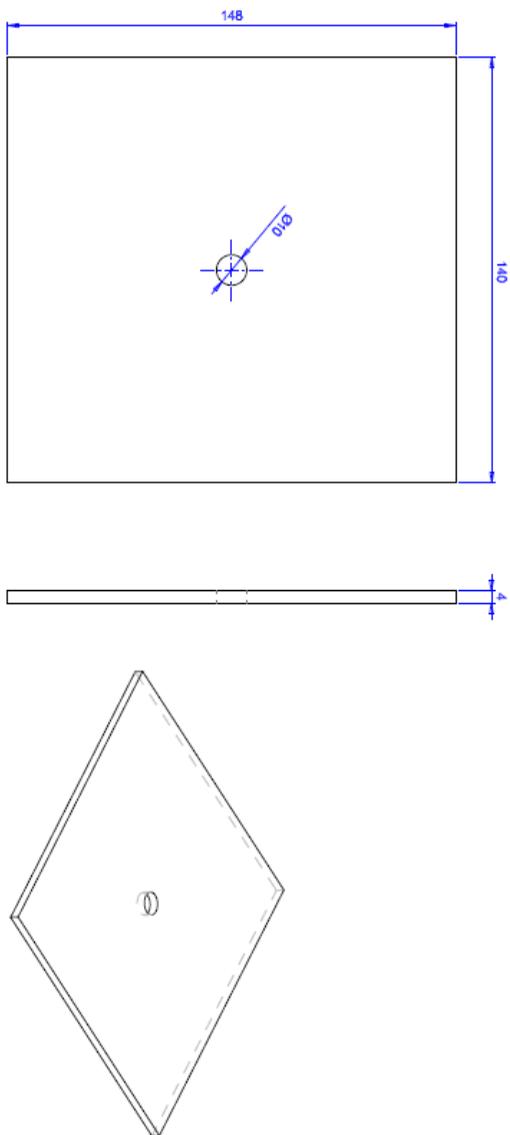
APENDICE A – Recipiente armazenador de ração

Material: Aço carbono 1020 – 01 peça

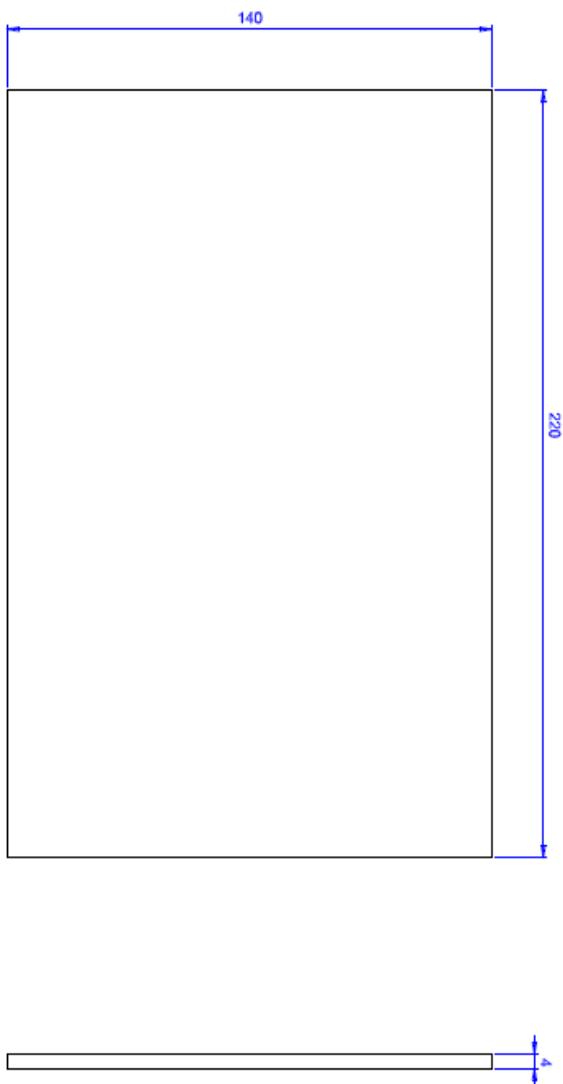
APENDICE B – Rosca transportadora



Material: Plástico – 01 peça

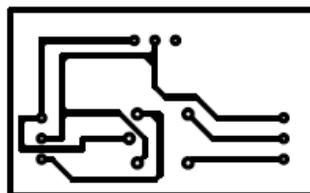
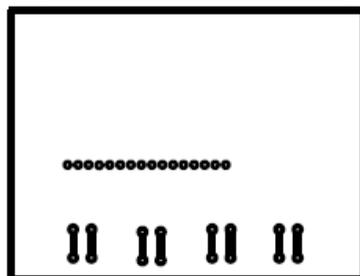
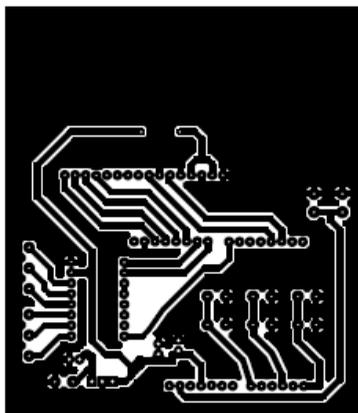
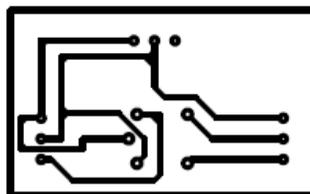
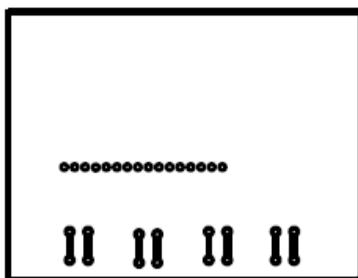
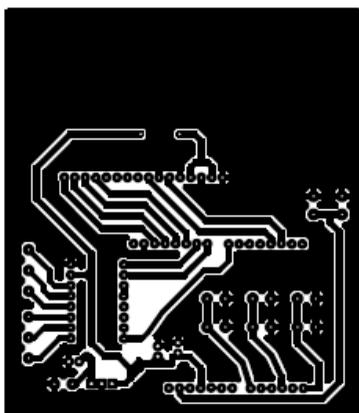
APENDICE C – Base reservatório de água

Material: Policarbonato transparente – 01 peça

APENDICE D – Lateral do reservatório de água

Material: Policarbonato transparente – 04 peças

APENDICE E – Diagrama placas



APENDICE F – Programa Arduino

```

// include the library code:
#include <LiquidCrystal.h>
#include "TimerOne.h"

const int bt_down=A0;
const int bt_up=A3;
const int bt_sel=A5;

const int passo=8;
const int dir=9;
const int en=7;

const unsigned int periodo=10000; //período em microsegundos do relógio
0,001s
const int tempo1=5000; //tempo que motor fica ligado milisegundos
const int direcao=1; // direção motor 0 ou 1
const int freq=200; //frequencia de trabalho do motor de passo

int flag_inicia=0;

int sel=1;
int i=0;
int dh,uh,dm,um,ds,us=0; //horário

int mintot; // minutos totais do horário

int alidh []= {0,0,0,0}; // VETOR DEZENA HORA
int aliuh []= {0,0,0,0}; // UNIDADE HORA
int alidm []= {0,0,0,0}; // DEZENA MINUTO
int alium []= {0,0,0,0}; //horário alimentação
int alitot[]={0,0,0,0}; //vetor minutos totais
byte ali=1; //numero de alimentações

int difpos[]={0,0,0,0}; //diferença entre a alimentação e horário
int difneg[]={0,0,0,0};

byte indpos; //índice positivo
byte indneg; //índice negativo

```

```
// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(2, 3, 10, 11, 12, 13);

void setup() {
  // set up the LCD's number of columns and rows:
  lcd.begin(16, 2);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.print("Inicializando...");

  delay(2000);

  pinMode(bt_down,INPUT_PULLUP);
  pinMode(bt_up,INPUT_PULLUP);
  pinMode(bt_sel,INPUT_PULLUP);

  pinMode(passo,OUTPUT);
  pinMode(dir,OUTPUT);
  pinMode(en, OUTPUT);

  digitalWrite(en,1);

  lcd.clear();
  lcd.print("  MENU");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Ajustar Horario");
  do{
    sel=digitalRead(bt_sel);
  }
  while(sel);

  delay(1000);
  lcd.clear();
  lcd.print("Ajustar Hora:");
  lcd.setCursor(5, 1);
  lcd.print(dh);
  lcd.print(uh);
  lcd.print(":");
  lcd.print(dm);
  lcd.print(um);

  do{
```

```

delay(200);          // LÓGICA INCREMENTAR OU DECREMENTAR O
HORARIO
if(!digitalRead(bt_up))
{
  uh++;
  if(uh==10)
  {
    uh=0;
    dh++;

  }
  if(dh==2&&uh==4) // QUANDO CHEGAR EM 24 VOLTAR PARA 0
  {
    dh=0;
    uh=0;
  }
}

if(!digitalRead(bt_down)) // LÓGICA DECREMENTO HORA
{

  if(uh==0)
  {
    if(dh>0)
    {
      dh--;
      uh=9;
    }
    else // QUANDO EM 23 VOLTAR PARA 00
    {
      uh=3;
      dh=2;
    }
  }
  else
  {
    uh--;
  }
}
}

```

```

sel=digitalRead(bt_sel); //LEITURA DO BOTÃO DE SELEÇÃO
lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print(dh);
lcd.print(uh);

}
while(sel); // ESPERA PARA IR PARA A FUNÇÃO MINUTO

delay(1000);          // LÓGICA PARA A FUNÇÃO MINUTO
lcd.clear();
lcd.print("Ajustar minuto:");
lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print(dh);
lcd.print(uh);
lcd.print(":");
lcd.print(dm);
lcd.print(um);

do{
  delay(200);

  if(!digitalRead(bt_up))    // UNIDADE MINUTO
  {
    um++;
    if(um==10)
    {
      um=0;
      dm++;

    }
    if(dm==6)    // DEZENA MINUTO
    {
      dm=0;
    }
  }

  if(!digitalRead(bt_down))
  {

    if(um==0)

```

```

{
  if(dm>0)
  {
    dm--;
    um=9;
  }
  else          // QUANDO FOR 59 VOLTAR PARA 00
  {
    um=9;
    dm=5;
  }

}
else
{
  um--;

}
}
sel=digitalRead(bt_sel); // FAZ A LEITURA DO BOTÃO_SEL
lcd.setCursor(8, 1);
lcd.print(dm);
lcd.print(um);

}
while(sel); //ESPERA PARA IR PARA A PRÓXIMA TELA

//LÓGICA PARA INICIAR RELÓGIO
//Timer1.initialize(período); //só bota em comentário o de baixo
Timer1.initialize(); // Inicializa o Timer1 e configura para um período de 0,01
segundos
Timer1.attachInterrupt(inchora); // A CADA 1000ms VAI PARA ESSA
ROTINA E FAZ A CONTAGEM DE HORA

delay(1000);
lcd.clear();
lcd.print("Informe o nro de"); // MOSTRAR NA TELA
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("alimentacoes:");

```

```

lcd.print(ali);

do{
  delay(200);

  if(!digitalRead(bt_up))
  {ali++;

  if(ali==5)          // LÓGICA DE 1 A 4 ALIMENTAÇÕES
  {
    ali=1;
  }

  }

  if(!digitalRead(bt_down)) // QUANDO FOR 0 VOLTA PARA 4
  {

  if(ali>0)
  {
    ali--;
  }
  else
  {
    ali=4;
  }
  }

  sel=digitalRead(bt_sel);
  lcd.setCursor(13, 1);
  lcd.print(ali);
}
while(sel);

for(i=0;i<ali;i++)
{
  delay(1000);
  lcd.clear();
  lcd.print("Hora Ref.: "); //LÓGICA PARA COLOCAR O HORÁRIO DAS
ALIMENTAÇÕES
  lcd.print(i+1);

```

```

lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print(alidh[i]);    // BUSCA O VETOR DEZENA HORA
lcd.print(alihuh[i]);
lcd.print(":");
lcd.print(alidm[i]);
lcd.print(alium[i]);

do{

delay(200);

    if(!digitalRead(bt_up))    // QUANDO UNIDADE HORA FOR 10 ELA
ZERA E DEZENA HORA INCREMENTA
    {
        alihuh[i]++;
        if(alihuh[i]==10)
        {
            alihuh[i]=0;
            alidh[i]++;
        }
        if(alidh[i]==2&&alihuh[i]==4) // SE DEZENA HORA FOR 2 E UNIDADE
HORA FOR 4, ELE ZERA OS DOIS VETORES
        {
            alidh[i]=0;
            alihuh[i]=0;
        }
    }

    if(!digitalRead(bt_down))
    {

        if(alihuh[i]==0)
        {
            if(alidh[i]>0)
            {
                alidh[i]--;
                alihuh[i]=9;
            }
        }
        else
        {

```

```
        aliuh[i]=3;
        alidh[i]=2;
    }

}
else
{
    aliuh[i]--;

}
}

sel=digitalRead(bt_sel);
lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print(alidh[i]);
lcd.print(aliuh[i]);

}
while(sel);

delay(1000);
lcd.clear();
lcd.print("Minuto Ref.: ");
lcd.print(i+1);
lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print(alidh[i]);
lcd.print(aliuh[i]);
lcd.print(":");
lcd.print(alidm[i]);
lcd.print(alium[i]);

do{

delay(200);

if(!digitalRead(bt_up))
{
    alium[i]++;
    if(alium[i]==10)
    {
        alium[i]=0;
    }
}
```

```
dm++;

}
if(alidm[i]==6)
{
    alidm[i]=0;
}
}

if(!digitalRead(bt_down))
{

if(alium[i]==0)
{
    if(alidm[i]>0)
    {
        alidm[i]--;
        alium[i]=9;
    }
    else
    {
        alium[i]=9;
        alidm[i]=5;
    }
}
else
{
    alium[i]--;
}

}

sel=digitalRead(bt_sel);
lcd.setCursor(8, 1);
    lcd.print(alidm[i]);
    lcd.print(alium[i]);

}
while(sel);
```

```

}

for(i=0;i<ali;i++)

{
  alitot[i]=(600*alidh[i])+(60*aliuh[i])+(10*alidm[i])+alium[i]; // SABER O
  NÚMERO DE MINUTOS EM CADA HORÁRIO DE ALIMENTAÇÃO
  (MINUTOS)
}

  lcd.clear();
  lcd.print("G.PETS");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Prox.  ");

  delay(200);
  flag_inicia=1;
  indpos=0;
  indneg=0;
}

void loop() {

  mintot=(600*dh)+(60*uh)+(10*dm)+um;
  //TRANSFORMO A HORA PRA MINUTO
  if(indpos==0&&indneg==0)//COMPARAÇÃO SE CHEGOU NO HORÁRIO
  QUE É DA PROXIMA ALIMENTAÇÃO, E AÍ ATUALIZA
  {

  for(i=0;i<ali;i++) //
  {
    difpos[i]=alitot[i]-mintot;
    difneg[i]=0;          //COMPARAÇÕES DA HORA DA ALIMENTAÇÃO
    COM A HORA ATUAL

    if(difpos[i]<0)
    {

```

```
difneg[i]=difpos[i];
difpos[i]=1500;
}
}

for(i=ali;i<4;i++)
{
    difpos[i]=1500;
    difneg[i]=0;
}

indpos=0;
indneg=0;

if((difpos[0]<difpos[1])&&(difpos[0]<difpos[2])&&(difpos[0]<difpos[3])) //
    COMPARA A DIFERENÇA DOS HORÁRIOS DE ALIMENTAÇÃO PARA
    SABER QUAL É O MENOS DISTANTE DO HORÁRIO ATUAL PARA
    MOSTRAR NA TELA
    {
        indpos=1;
    }

if((difpos[1]<difpos[0])&&(difpos[1]<difpos[2])&&(difpos[1]<difpos[3]))
    {
        indpos=2;
    }

if((difpos[2]<difpos[0])&&(difpos[2]<difpos[1])&&(difpos[2]<difpos[3]))
    {
        indpos=3;
    }

if((difpos[3]<difpos[0])&&(difpos[3]<difpos[1])&&(difpos[3]<difpos[2]))
    {
        indpos=4;
    }

if(indpos==0)
    {
```

```

    if((difneg[0]<difneg[1])&&(difneg[0]<difneg[2])&&(difneg[0]<difneg[3])) //
    COMPARA TODAS AS DIFERENÇAS DOS ÍNDICES NEGATIVOS, QUE
    JÁ PASSOU PELA HORA ATUAL
    {

        indneg=1;
    }

    if((difneg[1]<difneg[0])&&(difneg[1]<difneg[2])&&(difneg[1]<difneg[3]))
    {
        indneg=2;
    }

    if((difneg[2]<difneg[0])&&(difneg[2]<difneg[1])&&(difneg[2]<difneg[3]))
    {
        indneg=3;
    }

    if((difneg[3]<difneg[0])&&(difneg[3]<difneg[1])&&(difneg[3]<difneg[2]))
    {
        indneg=4;
    }
}

    lcd.setCursor(8, 1); // ESCRIBE NA TELA QUAL SERIA O
    PRÓXIMO HORÁRIO DE ALIMENTAÇÃO
    lcd.print(alidh[indneg+indpos-1]);
    lcd.print(alihh[indneg+indpos-1]);
    lcd.print(":");
    lcd.print(alidm[indneg+indpos-1]);
    lcd.print(alium[indneg+indpos-1]);

}

if( mintot==alitet[indneg+indpos-1]) // COMPARAÇÃO PARA VER SE
    CHEGOU NO HORÁRIO SELECIONADO PARA SIM FAZER A LIGAÇÃO
    DO MOTOR.
    {

```

```
digitalWrite(en,0);
digitalWrite(dir,direcao);
tone(passo,freq);
delay(tempo1);
indneg=0;
indpos=0;
noTone(passo);
digitalWrite(en,1);
delay(60000-tempo1);
}
}
```

```
void inchora() // INTERRUPTÃO PARA FAZER A CONTAGEM DE
TEMPO DE 1 EM 1s DA HORA ATUAL.
```

```
{
    us++;
    if(us==10)
    {
        us=0;
        ds++;

        if(ds==6)
        {
            ds=0;
            um++;

            if(um==10)
            {
                um=0;
                dm++;

                if(dm==6)
                {
                    dm=0;
                    uh++;

                    if(uh==10)
                    {
                        uh=0;
```

```
dh++;  
}  
  
if(dh==2&&uh==4)  
{  
    dh=0;  
    uh=0;  
}  
  
}  
}  
}  
}
```

```
if(flag_inicia) // ESCRIBE A HORA CERTA NO DISPLAY  
{  
    lcd.setCursor(8, 0);  
    lcd.print(dh);  
    lcd.print(uh);  
    lcd.print(":");  
    lcd.print(dm);  
    lcd.print(um);  
    lcd.print(":");  
    lcd.print(ds);  
    lcd.print(us);  
}  
  
}
```

ANEXOS

ANEXO A – Datasheet motor de passo Nema-17



P/N: AK17/1.10F6LN1.8
P/N Antigo: AK39H/12-1.8

 neoyama

MOTOR DE PASSO

1. Marca do Produto

AKIYAMA MOTORS

2. Especificações Técnicas

NEMA	Conexão	Holding torque (kgf.cm)	Corrente (mA/fase)	Tensão (V/fase)	Resistência (Ω/fase)	Indutância (mH/fase)
17	Bipolar – Série	1.10	70	16.8	140	148
	Unipolar	0.77	100	12	70	37

Item	Especificação
Ângulo do passo	1.8°
N° de passos	200
Enrolamento	Espiras bifilares
Temperatura máx. de operação	80 °C
Temperatura ambiente	-10°C ~ 50°C
Resistência de isolamento	100 Ω / 500 Vdc
Rigidez dielétrica	500 Vac / 1 min.
Classe de isolamento	B
Folga máx. radial	0.03 mm / Carga = 400g
Folga máx. axial	0.03 mm / Carga = 500g
Detent torque	0.06 gf.cm
Inércia do rotor	48 g.cm ²
Quantidade de fios	6
Peso	0.22 Kg
Sugestão de driver compatível	AKDMP5-1.7A



3. Sequência de Fases

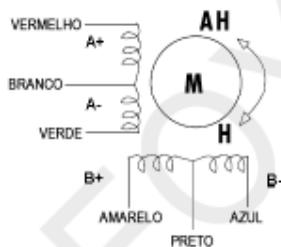
	Passo	A+	B-	A-	B+
Sentido: horário ↓	0	+	+		
	1		+	+	
	2			+	+
	3	+			+

↑ Sentido: anti-horário

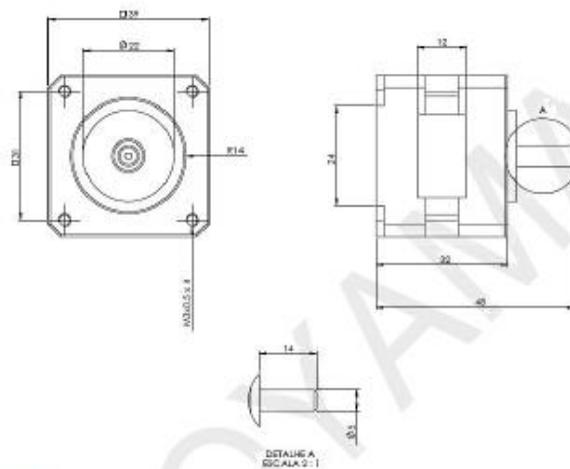
Iniciando do Passo 0 - Sentido horário

Iniciando do Passo 3 - Sentido anti-horário

4. Esquema de Ligação



5. Desenho Técnico 2D



Unidade: mm

Disponibilizamos os Desenhos Técnicos 2D e 3D no site www.neoyama.com.br



ANEXO B – Datasheet driver motor de passo


A4988

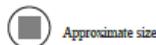
DMOS Microstepping Driver with Translator And Overcurrent Protection

Features and Benefits

- Low $R_{DS(ON)}$ outputs
- Automatic current decay mode detection/selection
- Mixed and Slow current decay modes
- Synchronous rectification for low power dissipation
- Internal UVLO
- Crossover-current protection
- 3.3 and 5 V compatible logic supply
- Thermal shutdown circuitry
- Short-to-ground protection
- Shorted load protection
- Five selectable step modes: full, $1/2$, $1/4$, $1/8$, and $1/16$

Package:

28-contact QFN
with exposed thermal pad
5 mm × 5 mm × 0.90 mm
(ET package)



Description

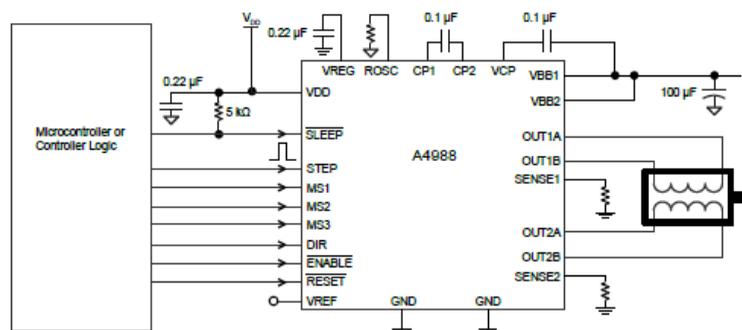
The A4988 is a complete microstepping motor driver with built-in translator for easy operation. It is designed to operate bipolar stepper motors in full-, half-, quarter-, eighth-, and sixteenth-step modes, with an output drive capacity of up to 35 V and ± 2 A. The A4988 includes a fixed off-time current regulator which has the ability to operate in Slow or Mixed decay modes.

The translator is the key to the easy implementation of the A4988. Simply inputting one pulse on the STEP input drives the motor one microstep. There are no phase sequence tables, high frequency control lines, or complex interfaces to program. The A4988 interface is an ideal fit for applications where a complex microprocessor is unavailable or is overburdened.

During stepping operation, the chopping control in the A4988 automatically selects the current decay mode, Slow or Mixed. In Mixed decay mode, the device is set initially to a fast decay for a proportion of the fixed off-time, then to a slow decay for the remainder of the off-time. Mixed decay current control results in reduced audible motor noise, increased step accuracy, and reduced power dissipation.

Continued on the next page...

Typical Application Diagram



A4988***DMOS Microstepping Driver with Translator
And Overcurrent Protection*****Description (continued)**

Internal synchronous rectification control circuitry is provided to improve power dissipation during PWM operation. Internal circuit protection includes: thermal shutdown with hysteresis, undervoltage lockout (UVLO), and crossover-current protection. Special power-on sequencing is not required.

The A4988 is supplied in a surface mount QFN package (ES), 5 mm \times 5 mm, with a nominal overall package height of 0.90 mm and an exposed pad for enhanced thermal dissipation. It is lead (Pb) free (suffix -T), with 100% matte tin plated leadframes.

Selection Guide

Part Number	Package	Packing
A4988SETTR-T	28-contact QFN with exposed thermal pad	1500 pieces per 7-in. reel

Absolute Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Units
Load Supply Voltage	V_{BB}		35	V
Output Current	I_{OUT}		± 2	A
Logic Input Voltage	V_{IN}		-0.3 to 5.5	V
Logic Supply Voltage	V_{DD}		-0.3 to 5.5	V
Motor Outputs Voltage			-2.0 to 37	V
Sense Voltage	V_{SENSE}		-0.5 to 0.5	V
Reference Voltage	V_{REF}		5.5	V
Operating Ambient Temperature	T_A	Range S	-20 to 85	$^{\circ}$ C
Maximum Junction	$T_{J(max)}$		150	$^{\circ}$ C
Storage Temperature	T_{stg}		-55 to 150	$^{\circ}$ C

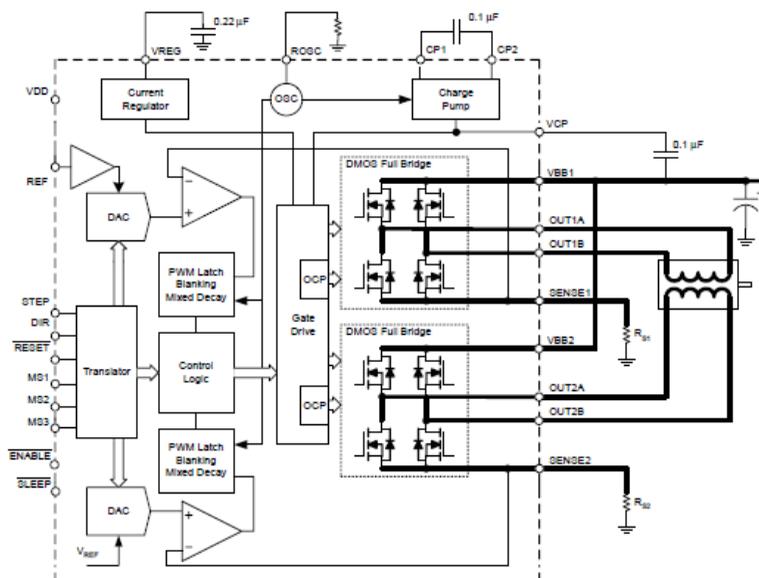


Allegro MicroSystems, LLC
115 Northwest Court
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

A4988

DMOS Microstepping Driver with Translator And Overcurrent Protection

Functional Block Diagram



Allegro MicroSystems, LLC
 115 Northwest Court
 Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
 1.508.853.5000; www.allegromicro.com

A4988

DMOS Microstepping Driver with Translator And Overcurrent Protection

ELECTRICAL CHARACTERISTICS¹ at $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{BB} = 35\text{ V}$ (unless otherwise noted)

Characteristics	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ. ²	Max.	Units
Output Drivers						
Load Supply Voltage Range	V_{BB}	Operating	8	–	35	V
Logic Supply Voltage Range	V_{DD}	Operating	3.0	–	5.5	V
Output On Resistance	$R_{DS(ON)}$	Source Driver, $I_{OUT} = -1.5\text{ A}$	–	320	430	m Ω
		Sink Driver, $I_{OUT} = 1.5\text{ A}$	–	320	430	m Ω
Body Diode Forward Voltage	V_F	Source Diode, $I_F = -1.5\text{ A}$	–	–	1.2	V
		Sink Diode, $I_F = 1.5\text{ A}$	–	–	1.2	V
Motor Supply Current	I_{BB}	$f_{PWM} < 50\text{ kHz}$	–	–	4	mA
		Operating, outputs disabled	–	–	2	mA
Logic Supply Current	I_{DD}	$f_{PWM} < 50\text{ kHz}$	–	–	8	mA
		Outputs off	–	–	5	mA
Control Logic						
Logic Input Voltage	$V_{IN(1)}$		$V_{DD} \times 0.7$	–	–	V
	$V_{IN(D)}$		–	–	$V_{DD} \times 0.3$	V
Logic Input Current	$I_{IN(1)}$	$V_{IN} = V_{DD} \times 0.7$	–20	<1.0	20	μA
	$I_{IN(D)}$	$V_{IN} = V_{DD} \times 0.3$	–20	<1.0	20	μA
Microstep Select	R_{MS1}	MS1 pin	–	100	–	k Ω
	R_{MS2}	MS2 pin	–	50	–	k Ω
	R_{MS3}	MS3 pin	–	100	–	k Ω
Logic Input Hysteresis	$V_{HYS(IN)}$	As a % of V_{DD}	5	11	19	%
Blank Time	t_{BLANK}		0.7	1	1.3	μs
Fixed Off-Time	t_{OFF}	OSC = VDD or GND	20	30	40	μs
		$R_{OSC} = 25\text{ k}\Omega$	23	30	37	μs
Reference Input Voltage Range	V_{REF}		0	–	4	V
Reference Input Current	I_{REF}		–3	0	3	μA
Current Trip-Level Error ³	err_I	$V_{REF} = 2\text{ V}$, $\%I_{TRIPMAX} = 38.27\%$	–	–	± 15	%
		$V_{REF} = 2\text{ V}$, $\%I_{TRIPMAX} = 70.71\%$	–	–	± 5	%
		$V_{REF} = 2\text{ V}$, $\%I_{TRIPMAX} = 100.00\%$	–	–	± 5	%
Crossover Dead Time	t_{DT}		100	475	800	ns
Protection						
Overcurrent Protection Threshold ⁴	I_{OCPST}		2.1	–	–	A
Thermal Shutdown Temperature	T_{TSD}		–	165	–	$^\circ\text{C}$
Thermal Shutdown Hysteresis	T_{TSDHYS}		–	15	–	$^\circ\text{C}$
VDD Undervoltage Lockout	V_{DDUVLO}	V_{DD} rising	2.7	2.8	2.9	V
VDD Undervoltage Hysteresis	$V_{DDUVLOHYS}$		–	90	–	mV

¹For input and output current specifications, negative current is defined as coming out of (sourcing) the specified device pin.²Typical data are for initial design estimations only, and assume optimum manufacturing and application conditions. Performance may vary for individual units, within the specified maximum and minimum limits.³ $V_{ERR} = [V_{REF}/8] - V_{SENSE} / (V_{REF}/8)$.⁴Overcurrent protection (OCP) is tested at $T_A = 25^\circ\text{C}$ in a restricted range and guaranteed by characterization.