



ETEC JORGE STREET

CURSO TÉCNICO EM MECATRÔNICA

DRONE DE VIGILÂNCIA CONTROLADO REMOTAMENTE

São Caetano do Sul

2017

Adriano Felix Valente
Elizabeth da Luz Lodovico
Leonardo Silva de Sousa
Vinícius Batistella Bispo

DRONE DE VIGILÂNCIA CONTROLADO REMOTAMENTE

Trabalho de conclusão de curso técnico apresentado
à ETEC Jorge Street vinculada ao Centro Paula
Souza como requisito parcial para a obtenção do grau
Técnico em Mecatrônica.

**Professores (as) Orientadores (as): Vera Lúcia Guimarães Silveira Beneti
Ricardo Arroio**

São Caetano do Sul

2017

FOLHA DE APROVAÇÃO

A monografia

X

Elaborada por

X

Orientada por

X

() Aprovada () Reprovada

Pelos professores da banca examinadora de Desenvolvimento de Trabalho de Conclusão de Curso da escola técnica ETEC Jorge Street, no curso técnico de Mecatrônica com conceito.....no dia 07/06/2017

Adriano Felix Valente
Elizabeth da Luz Lodovico
Leonardo Silva de Sousa
Vinícius Batistella Bispo

DRONE DE VIGILÂNCIA CONTROLADO REMOTAMENTE

A Monografia desenvolvida para a obtenção do título de Técnico em
Mecatrônica, com menção..... pela ETEC Jorge Street do Centro Paula Souza.

Orientador(a): X

São Caetano do Sul

2017

RESUMO

Os drones tem se tornado cada vez mais úteis em vários aspectos da sociedade: desde da área do entretenimento até áreas mais formais e complexas, como por exemplo entregas de encomendas, atendimentos de primeiros-socorros e, até, objetivos militares. Mediante a tal fenômeno, o grupo decidiu, como projeto de conclusão do curso, fazer um drone de vigilância. E demonstrará quais são os equipamentos, peças e competências necessárias para sua produção. Este trabalho apresentará, também, brevemente a história e o uso destes equipamentos, bem como o modelo a ser construído, as motivações do grupo, aprendizados e conclusões.

Palavras chave: Drone, monitoramento, quadricóptero.

Sumário

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	7
Glossário.....	8
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. ESCOLHA DO PROJETO	13
2.1 JUSTIFICATIVA	13
3. VIABILIDADE TÉCNICA	13
3.1 VIABILIDADE ECONÔMICA	14
4. APLICAÇÃO	14
5. OBJETIVOS	14
5.1 FINALIDADE DO PROJETO	15
6. PESQUISAS	15
6.1 PWM.....	15
6.2 COMPOSIÇÃO.....	16
6.2.1 Sentido de Rotação dos Motores	20
6.2.2 Aerodinâmica de um Drone	22
7. Diagrama em Blocos	26
8. FLUXOGRAMAS	27
8.1 FLUXOGRAMA DO PROJETO	27
8.2 FLUXOGRAMA DE MONTAGEM	29
9. Tabela de Custos.....	31
10. CRONOGRAMA.....	32
10.1 CRONOGRAMA DO PLANEJAMENTO	32
REFERÊNCIAS.....	33

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Planophore.....	11
Figura 2: Exemplo de um DutyCicle: 50% ligado e 50% desligado.....	16
Figura 3: Rádio Controle.....	17
Figura 4: Receptor.....	17
Figura 5: Compensação.....	18
Figura 6: GPS Acoplado a Controladora	19
Figura 7: Placa Controladora (CC3D)	19
Figura 8: ESC.....	19
Figura 9: Motores	20
Figura 10: Sentido das Rotações dos Motores.....	20
Figura 11: Hélices.....	22
Figura 12: Efeito Downwash.....	22
Figura 13: Gerando Sustentação	23
Figura 14: Bateria	24
Figura 15: Frame	24
Figura 16: Carregador de Bateria.....	25

Glossário

ESC: a sigla em português significa controle eletrônico de velocidade. É um circuito eletrônico contendo na maioria transistores e circuitos integrados com a função de variar a velocidade e a direção do motor elétrico. Além disso, também pode ser usado como um freio dinâmico. A utilização dele é em rádio controle e aplica mais para motores de brushless de tensão trifásica. Pode controlar de duas maneiras, uma na aceleração dos dados recebidos pelo receptor ou pode incorporar o ESC no próprio receptor. Mesmo sendo um PCB, necessita de um firmware.

Firmware: instruções programadas no hardware.

Master: “mestre”.

Rádio controle: dividido em dois ramos: transmissor e receptor. O transmissor tem a função de enviar os sinais eletromagnéticos para o receptor realizar alguma tarefa já pré-estabelecida pelo usuário, ambas tem antenas para que se comuniquem entre si, enquanto há o trabalho do rádio controle.

Sinal PWM: é um sinal digital de condução num canal de comunicação, sendo executado pelo clock, podendo ser variável, muito ligado ou muito desligado em um determinado instante. É mais aplicado para controlar tipos específicos de sinais: velocidade de motores (dezenas de kHz), luminosidade, servo-motores; áudio, fonte de PC, dimmer (centenas de kHz). Veio para substituir os controladores on-off, FM e o potenciômetro.

Slave: “escravo”.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AREF: referência de tensão para o conversor A/D.

CS: seleção de chip.

ESC: Eletronic Speed Control.

MISO: dados do “Slave” para o “Master”.

MOSI: dados do “Master” para o “Slave”.

RF: rádio frequência.

SCK: clock sincronizado.

SCL: sinal de clock.

SDA: sinal de dados.

SDI: pino de entrada.

SDO: pino de saída.

SS: seleciona qual “Slave” receberá os dados.

PWM: pulse width modulation.

1. INTRODUÇÃO

Um drone é um veículo aéreo não tripulado cuja trajetória de voo pode ser programada ou conduzida remotamente por um operador ou piloto, através de um dispositivo de rádio controle.

Não se sabe com certeza a data da criação dos primeiros dispositivos desse tipo, mas seu uso remonta pelo menos à Primeira Guerra Mundial, em 1915, através de tomadas aéreas em balões não tripulados. O primeiro avião a controle remoto surgiria apenas em 1939, nos Estados Unidos.

Por volta dos anos 80 os drones começaram a ser mais utilizados. O aumento do seu uso decorreu-se por causa de sua aplicação: o drone poderia lançar bombas em locais isolados e/ou distantes sem que fosse necessário pôr a vida de um piloto em risco. O máximo que poderia acontecer era o veículo ser abatido, não gerando, assim, grandes perdas.

Com sua popularização, os drones tomaram espaço, também, no âmbito comercial. A tabela a seguir mostra o crescente interesse pelos drones na atualidade:

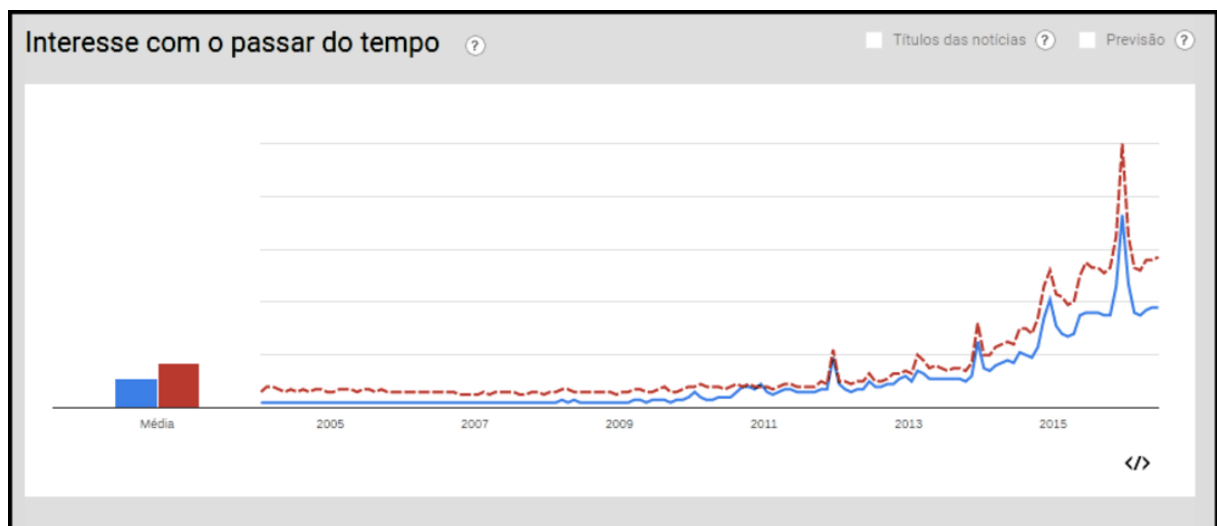


Tabela 1: Pesquisas Sobre a Popularização dos Drones Atualmente

Fonte: Google Trends

Como se pode ver, não somente pessoas comuns aumentaram seu interesse pelos drones, grandes empresas, das mais variadas áreas, também se interessaram pelos aparelhos voadores, com isso os drones foram adaptados para as mais

diversas áreas: captura de imagens, monitoramento e vigilância (que é objetivo deste projeto), imagens submersas, assistência aos necessitados, neste em especial drones foram utilizados para entregar comida, água e remédios para necessitados em locais isolados, perigosos e de difícil acesso, e os drones continuam sendo utilizados com seu objetivo primeiro: o uso militar.

A título de curiosidade: no início dos anos 2000 o drone Predator, fabricado pela empresa General Atomics, realiza as primeiras caçadas ao terrorista Osama Bin Laden.

Atualmente existem vários tipos de drone no mundo do aeromodelismo e, dentre eles, o quadricóptero, que é um drone com quatro rotores de propulsão.

O aeromodelismo, em si, surgiu com o intuito de replicar, em escala menor (modelismo), aeronaves e espaçonaves.

Seu início retorna ao século XIX, quando um aspirante a militar chamado Alphonse Penaud, depois de sofrer uma doença que o fez andar de muletas, começou a estudar tudo que fosse relacionado a voo.

Penaud é considerado o pai do aeromodelismo por ter criado, em 1870, um maquinário voador movido à elástico (Figura 11). Seu projeto fez tanto sucesso que, um ano depois, foi chamado a demonstrar seu invento em Paris, pela Sociedade Francesa de Navegação Aérea. Seu projeto foi chamado de Planophore.

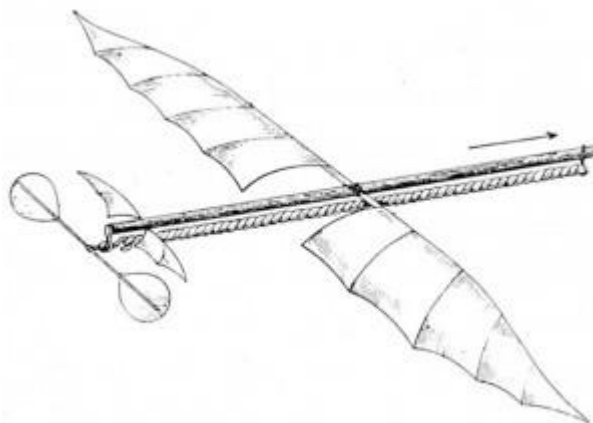


Figura 1: Planophore

Outro ponto que vale ressaltar é o de que, hoje dia, os aeromodelos são divididos em três categorias: VCC – Voo Circular Controlado, no qual o aeromodelo fica conectado ao operador por meios de cabos; Voo Livre – neste, depois de lançado, o aeromodelo não sofrerá mais nenhuma interferência do operador, está por conta e Rádio Controlado – por fim, é aquele aeromodelo que será comandado

pelo operador por radiofrequência: FM, AM para mais antigos e 2.4Ghz para os mais modernos. O presente projeto se enquadra nesta última categoria.

2. ESCOLHA DO PROJETO

2.1 JUSTIFICATIVA

Ao escolher como projeto um Drone, foi levada em consideração uma gama de fatores, dentre os quais:

- Competências a serem desenvolvidas pelos integrantes do grupo;
- Custos;
- Viabilidade técnica;
- Prazos;
- Utilidade (aplicação);

3. VIABILIDADE TÉCNICA

O estudo de viabilidade técnica realizado pelo grupo analisou as competências técnicas adquiridas no curso técnico de mecatrônica, com o objetivo de investigar a exequibilidade do projeto. Os resultados serão apresentados neste capítulo.

A partir da constatação do grande crescimento do uso de aeromodelos, surge a necessidade da criação de modelos cada vez mais complexos e que possuam um custo reduzido.

Partindo deste ponto, nosso grupo buscou construir um drone de vigilância que supra estas necessidades e, para isso, utilizamos conhecimentos técnicos adquiridos, como soldagem, desenvolvimento de programação, etc; ou seja, interligamos vários módulos do curso de mecatrônica.

Através das pesquisas expostas no Capítulo 6 – PESQUISAS e das habilidades pré-desenvolvidas no curso, executamos a montagem dos componentes.

Quanto aos riscos, ao determinar a montagem, tentamos operá-lo, porém, devido a erros na configuração, os motores dianteiros aceleraram primeiros, o drone virou chocando-se contra o chão, quebrando, assim, uma das hélices. Os erros mais comuns geralmente estão nas configurações e nas parametrizações específicas de cada placa controladora e, para evita-los, é preciso estudá-la e ajustá-la da maneira correta.

3.1 VIABILIDADE ECONÔMICA

No âmbito da viabilidade econômica, o projeto foi inteiramente financiado pelos próprios integrantes do grupo e possui a previsão de custos de, aproximadamente, R\$ 1,500.00 (mil e quinhentos reais); conforme a Tabela de Custos, no capítulo **ANEXOS**.

Após as análises realizadas, conclui-se que nosso projeto é viável tecnicamente e economicamente, podendo ser executado com êxito para a conclusão do curso técnico de mecatrônica.

4. APLICAÇÃO

Drones podem ser utilizados em áreas diversas, mas uma de suas principais aplicações é a de monitoramento dos mais diversos tipos: desde tráfego em grandes cidades até a situação de lavouras no agronegócio, vigilância patrimonial, tomadas aéreas: para o cinema ou televisão, noticiários, monitoramento de áreas de desmatamento, avaliação e busca de sobreviventes em desastres, usos militares, etc.

5. OBJETIVOS

Este é um projeto que foram utilizados conhecimentos adquirido em sala de aula e algumas informações essenciais que incrementaram para o desenvolvimento do drone. No momento da execução do equipamento, irá cumprir as habilidades e competências na Mecatrônica.

Nesse campo técnico específico, o contato com instrumentos concretos e usuais acrescenta experiência e certa confiança adequada ao mercado de trabalho.

5.1 FINALIDADE DO PROJETO

O projeto tem por finalidade tornar-se um drone de vigilância, tendo variadas aplicabilidades. Por exemplo: uma empresa privada de monitoramento; ela poderia utilizar o nosso drone, a fim de evitar a instalação de diversas câmeras de vigilância ou a contratação diversos seguranças para monitorar uma área extensa. Seria necessário um único operador para monitorar tal vasto território.

O drone possui um apoio para celular para que se possa gravar o percurso que ele executará. O suporte para celular nada mais representa que a possibilidade do acoplamento de câmeras, sendo que, o recomendável seria a instalação de uma câmera que transmita as imagens em tempo real.

O projeto em si tem por finalidade ser um drone de vigilância, porém nada o impede ser adaptado para outro tipo de função que não envolva monitoramento.

6. PESQUISAS

É muito fácil simplesmente entrar em loja qualquer, que tenha o produto que é requerido, pegar, pagar e sair andando de lá. Por exemplo, uma televisão: poucas são as casas, hoje em dia, que não possuem uma. Porém, a grande maioria dos consumidores as compra e não faz a menor ideia do que foi preciso para montá-la ou quais são os componentes que esta possui.

O mesmo aconteceu com nosso projeto. Poderíamos ter, simplesmente, comprado um drone alinhado com o nosso objetivo de projeto. Porém, queríamos entender o que era necessário para sua produção e quais seriam os ajustes e configurações necessárias para seu funcionamento.

Durante a montagem do projeto foi necessário entender como funciona e qual era a utilidade de um sinal PWM.

6.1 PWM

Esse é um sinal digital suave que trabalha por pulsos elétricos (que pode-se variar sua largura de pulso, variando-se os instantes dos estados: 0 ou 1) que tem a

finalidade de condução num canal de comunicação para controle de carga, como velocidade de motores (dezenas de kHz), luminosidade, servomotores; áudios, fonte de computadores, dimmers (todos eles por volta de centenas de kHz). Seu maior uso é mais em osciladores e em microcontroladores.

Por ser também um controlador veio para substituir os controladores ON-OFF, o FM e o potenciômetro.

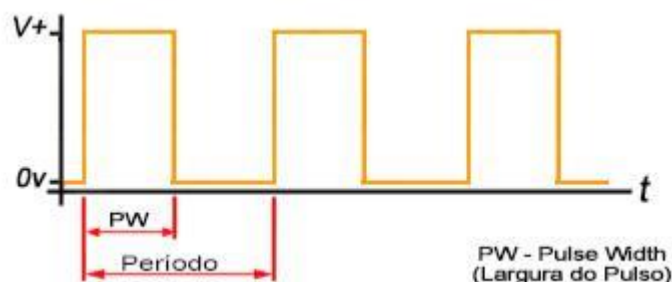


Figura 2: Exemplo de um DutyCycle: 50% ligado e 50% desligado

Também pode-se calcular o DutyCycle, que é a porcentagem de quanto o sinal fica no estado 1, a fórmula é: $\text{DutyCycle} = \text{largura do pulso} / \text{período}$. E através do valor do DutyCycle e, ao mesmo tempo, ter conhecimento da tensão eficaz que se passa pela carga, é possível descobrir a tensão média (em DC), a fórmula é: $V_{dc} = V_{eficaz} * \text{DutyCycle}$.

A seguir seguirão quais são os componentes requeridos para a montagem de quadricóptero.

6.2 COMPOSIÇÃO

Rádio Controle: O Rádio Controle é um dos componentes mais vitais de um drone. Dele são transmitidos os comandos que o drone executará. Geralmente transmitem (os mais modernos) numa frequência de 2.4 Ghz. Cada movimento do *joystick* do controlador representa um canal, ou seja, se o operador movimentar o *joystick* para cima e para baixo, isso representa um canal. Para os demais lados, são outros canais. No mínimo, é preferível que o rádio controle tenha quatro canais, porém o ideal seria acima de seis canais.

Especificações do transmissor:

- Frequência: 2,4ghz
- Intensidade da corrente: menor ou igual a 100 mA

- Dimensão do equipamento: 174x89x190mm
- Massa: 392g



Figura 3: Rádio Controle

Receptor: O receptor tem a função de receber os comandos enviados pelo rádio controle e repassá-los para a controladora principal. Diante disto, é necessário que o receptor esteja na mesma frequência que está o controlador. Um ponto positivo da frequência 2.4Ghz é que ela não sofre tanta interferência eletromagnética do meio externo, tornando, assim, a comunicação entre rádio controlador e receptor mais constante.

Especificações do Receptor:

- Tensão de trabalho: 4,5V~6,6V
- Intensidade da corrente: 30mA
- Massa; 6,4g
- Dimensão: 40,4x21,1x7,35mm



Figura 4: Receptor

Placa Controladora (NAZA): Sem sombra de dúvida a placa controladora é o componente principal de qualquer tipo de drone. É nela que são processados os comandos emitidos pelos operadores e são transmitidos aos ESC's (que serão explicados posteriormente). O receptor recebe o comando enviado pelo operador via RF e o direciona para a controladora, para que esta possa executar a devida ação. Depois de interpretado o comando, a placa controladora envia um sinal PWM para os ESC's, que irão atuar no giro dos motores.

Referindo-se a placa utilizada, NAZA (Figura 5), esta foi escolhida por demonstrar um desempenho formidável tratando-se de compensação. Quando um drone executa um movimento, para frente ou trás, esquerda ou direita, um dos lados deste primeiro fica na iminência de tombar, como demonstrado na Figura 13:



Figura 5: Compensação

A compensação serve justamente para impedir que o drone saia do seu eixo e tombe. Outro ponto crucial da NAZA, é que ele tem GPS (Figura 14). Com isso, a controladora pode se localizar com muito mais facilidade e também inibe as interferências mais comuns recorrentes na comunicação RF: vento, chuva, se o operador estiver dentro de algum local fechado, o concreto das paredes também pode interferir na comunicação, e a lista segue.



Figura 7: Placa Controladora (CC3D)



Figura 6: GPS Acoplado a Controladora

5. ESC (Eletronic Speed Control): Componente que ajusta a velocidade de cada motor. O ESC é a ponte reguladora de energia entre a bateria, o Arduino e os motores. Cada motor precisa de um ESC.



Figura 8: ESC

6. Motores: O motor é um dos responsáveis por retirar o drone do chão; girando seu cilindro central e, por consequência as hélices, ele gera sustentação suficiente para que o drone possa voar. Geralmente são motores “trifásicos”. No caso do projeto em questão, os motores são brushless (BLDC) sem escova, que convertem a energia elétrica da bateria (vindas pelo ESC) em energia mecânica para as hélices. Também

possuem ímãs de neodímio, balanceamento perfeito, além de minúsculos rolamentos.



Figura 9: Motores

6.2.1 Sentido de Rotação dos Motores

Outro ponto que se deve atentar é o de que os motores de um drone não giram em apenas um sentido.

No caso deste projeto, montou-se um quadricóptero, ou seja, um drone de quatro rotores, então as configurações dos motores de outros tipos de drones, hexas ou octas, por exemplo, podem não ser as mesmas.

Suponhamos que um drone foi configurado com a rotação de todos os motores iguais, concordantes. Neste exemplo, como já foi explicado anteriormente, o drone sairá do chão decorrente a rotação dos motores, porém o mesmo sofrerá uma “derrapagem” no ar, pois conforme o drone subirá ele virará no seu próprio eixo. Para melhor visualização, pense em um helicóptero que não possui o rotor traseiro; ele apenas irá girar no seu próprio eixo. Então os motores precisam estar discordantes dois a dois justamente para que não haja este tipo de derrapagem (Figura 10).



Figura 10: Sentido das Rotações dos Motores

Após a explanação do porquê de as rotações dos motores serem discordantes, é preciso entender como um drone se locomove e executa todas as suas ações.

Primeiramente o operador manda um comando à placa controladora através do emissor. Este comando é recebido pelo receptor que o encaminha até a placa controladora que, por sua vez, interpreta o comando e, de acordo com o comando recebido, encaminha este comando até os ESC's; que irão fazer com que os motores girem numa velocidade maior ou menor, dependendo do comando do operador.

Adotando a Figura 10 como exemplo, suponhamos que o operador quer que o drone vá para frente. Ele manda o comando pelo rádio controle, o receptor recebe o comando e o passa para a controladora. A controladora recebe este comando e acelera os motores M3 e M4; assumindo que a parte vermelha do drone seja a dianteira. Girando mais rápido, os motores M3 e M4 criaram uma área de maior pressão na parte de trás do drone fazendo com que o drone vá para frente.

E este princípio é válido também para a esquerda e direita. Se quisermos que o drone vá para a direita, enviamos o comando pelo emissor, a controladora interpreta os dados e acelera os motores M2 e M3, criando, assim, uma área de maior pressão na parte esquerda do drone fazendo com que ele vá para a direita. O mesmo para a esquerda: se quisermos que o drone vá para a esquerda, enviamos o comando e a controladora acelerará os motores M1 e M4.

Porém se quisermos girar o drone no seu próprio eixo também é possível. Basta que o operador envie o comando e a controladora girará dois motores concordantes mais rápido que os outros dois motores, fazendo com que a parte da frente do drone fique orientada para a direção requerida. Outro exemplo: se quisermos que a frente do drone fique à direita sem que precisemos deslocá-lo: basta que enviemos o comando, a controladora interpretará o comando e girará os motores M1 e M3 mais rápido que os M2 e M4 fazendo com que nariz do drone fique orientado à direita.

7. Hélices: São elas que geram sustentação do equipamento em voo.



Figura 11: Hélices

6.2.2 Aerodinâmica de um Drone

Este capítulo será uma breve explanação de como um corpo pode voar; que no caso deste projeto é um drone.

Quando o motor do drone começa a girar, e por consequência as hélices, esta movimentação das hélices corta o ar em dois fluxos: o que sobe e o que desce. O fluxo superior cria uma corrente de ar mais rápida e, portanto, de menor pressão. Já o fluxo inferior é o oposto: como a corrente de ar na parte inferior da hélice é mais lenta cria, então, uma área de maior pressão na parte de baixo da hélice. Este tipo de efeito ocorre por causa de uma tendência do ar que se chama *Downwash* (Figura 12).

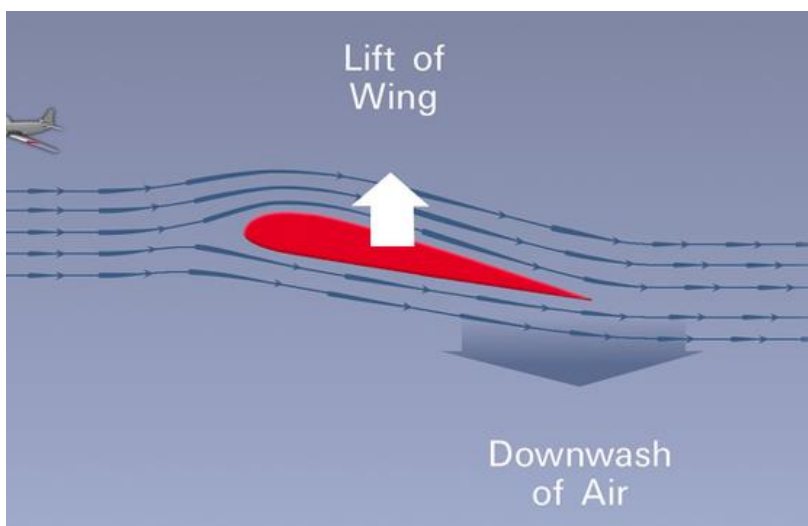


Figura 12: Efeito Downwash

O efeito *Downwash* é a tendência do ar de, imediatamente ao sair do corpo que proporciona resistência, criar um fluxo descendente do ar; um *downwash*, que traduzido significa fluxo para baixo. Isso quer dizer que este fluxo descendente criará uma área de maior pressão na parte de baixo da hélice gerando, assim, sustentação (Figura X2). Conforme o motor gira com uma velocidade maior e, por consequência a hélice, esta área de maior pressão aumenta gerando mais pressão, até o ponto de a velocidade do motor ser tamanha que a sustentação criada por este bolsão de ar superar o peso gravitacional do corpo fazendo com ele possa sair do chão e voar.

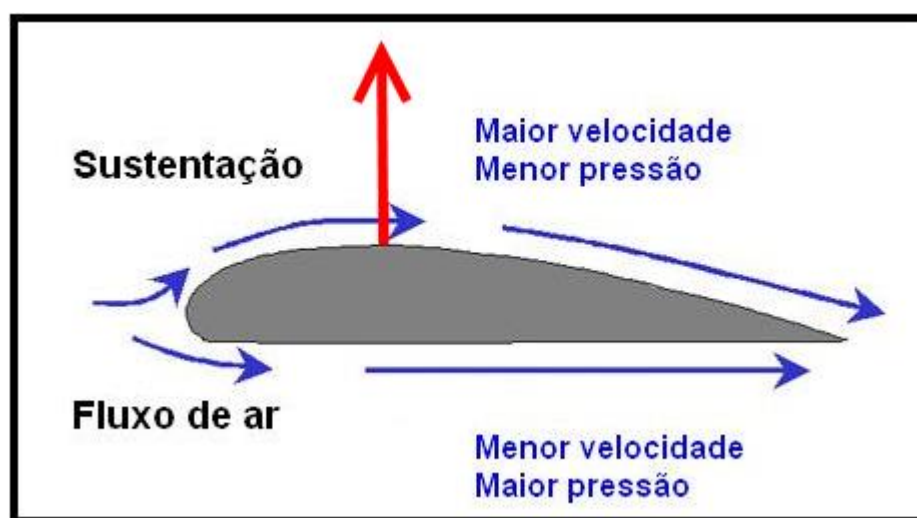


Figura 13: Gerando Sustentação

8. Bateria: Este é o componente que alimentará todo o conjunto do projeto. A bateria em questão é uma bateria das mais modernas que garante alta taxa de descarga (dezenas de ampères) e alta densidade de energia. Geralmente são usadas baterias de 3 células de lipo (3S) até 6S, onde cada célula possui 3.7V de tensão nominal. A capacidade da bateria é medida em mA, ou seja, a quantidade de amperes que ela consegue fornecer em 1 hora. Quanto maior a bateria, maior o tempo de voo, até certo limite, visto que as baterias são pesadas, e o peso influencia no tempo de voo.



Figura 14: Bateria

9. Frame: Esta é a parte física do equipamento, onde são montadas as peças acima. São classificados por tipo (para quads, hexa, etc.), bem como materiais em que são fabricados. Outro ponto importante frisar é o de que, no frame, em seu interior, existe uma placa de distribuição de energia, onde são soldados as pontas positivas e negativas dos ESC's; juntamente com a bateria. É nele, também, que os outros componentes eletrônicos conseguirão energia; como, por exemplo: a placa controladora, o receptor, o GPS e a bússola eletromagnética.



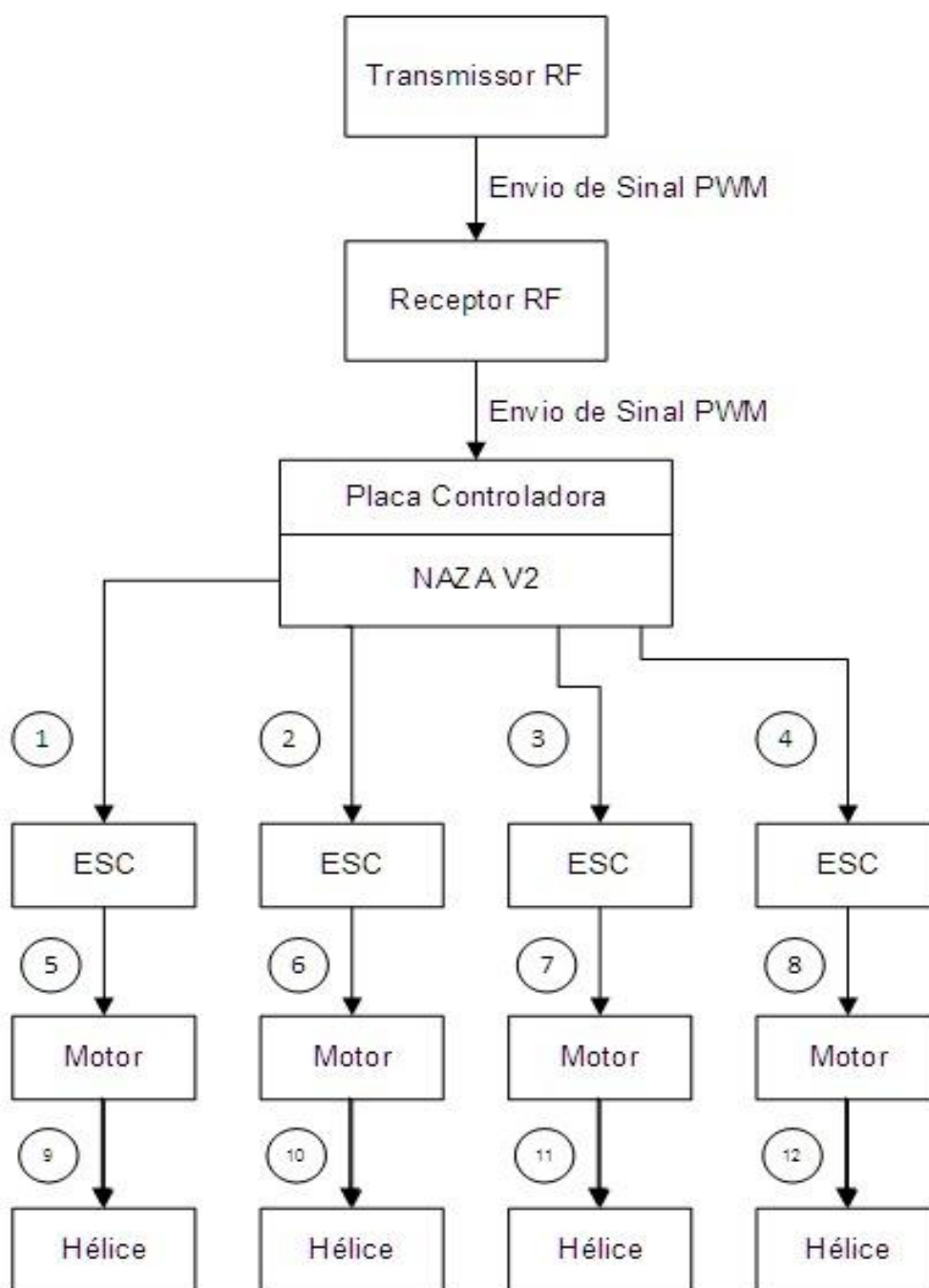
Figura 15: Frame

10. Carregador de Bateria:



Figura 16: Carregador de Bateria

7. Diagrama em Blocos



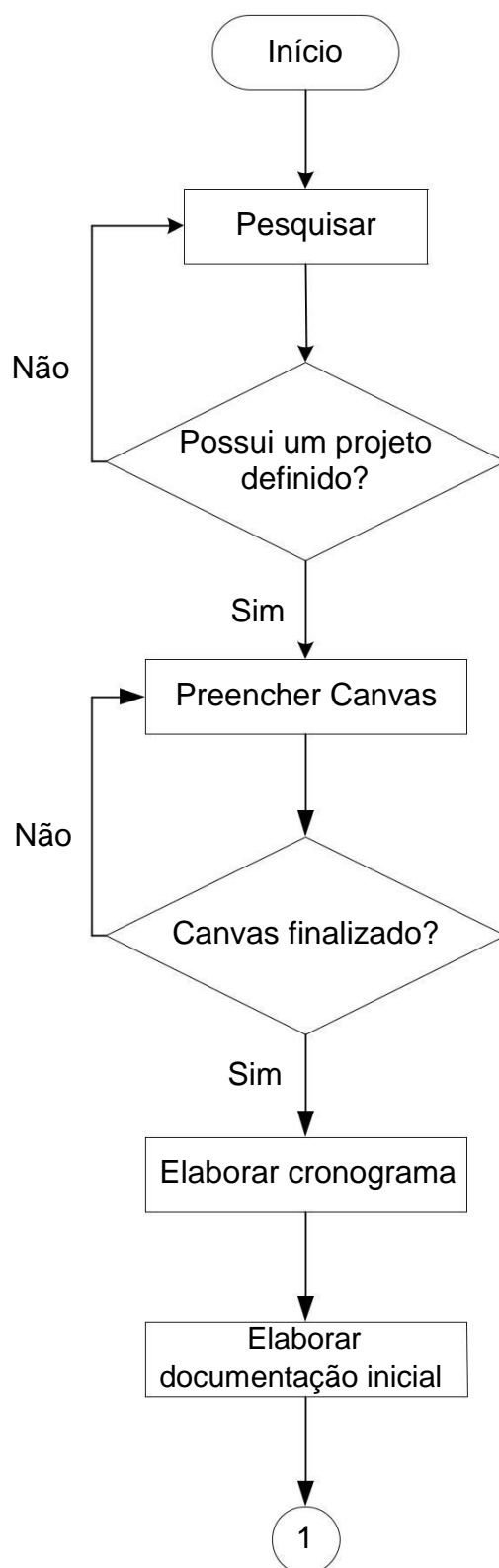
1, 2, 3, 4: Envio de Sinal PWM

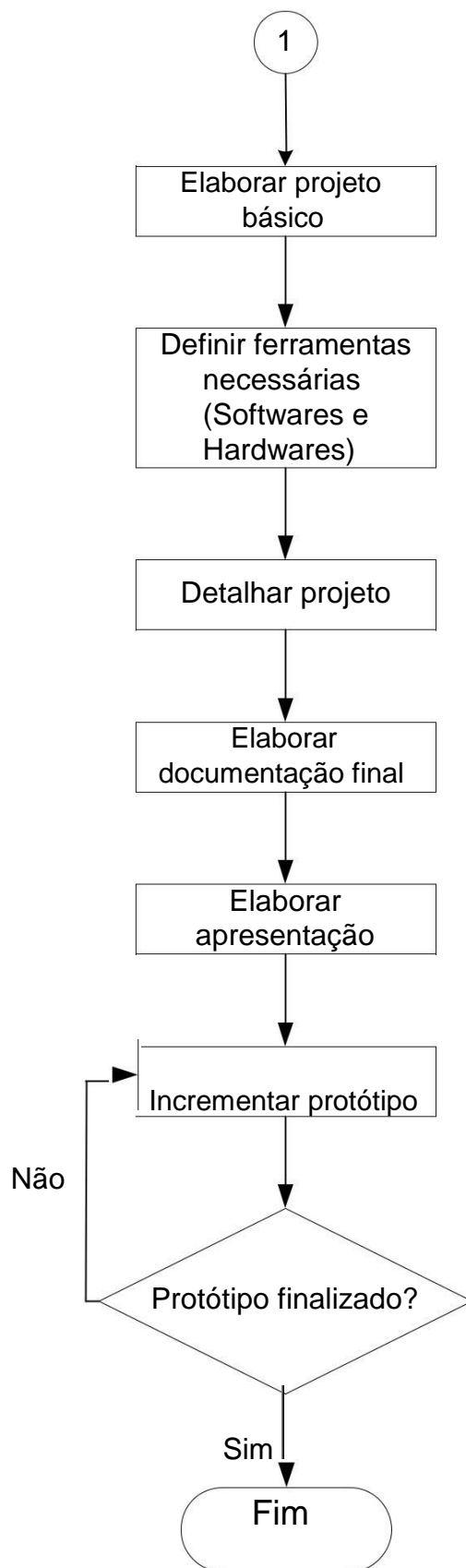
5, 6, 7, 8: Alimentação 12V DC
Trifásico

9, 10, 11, 12 Transmissão
Mecânica

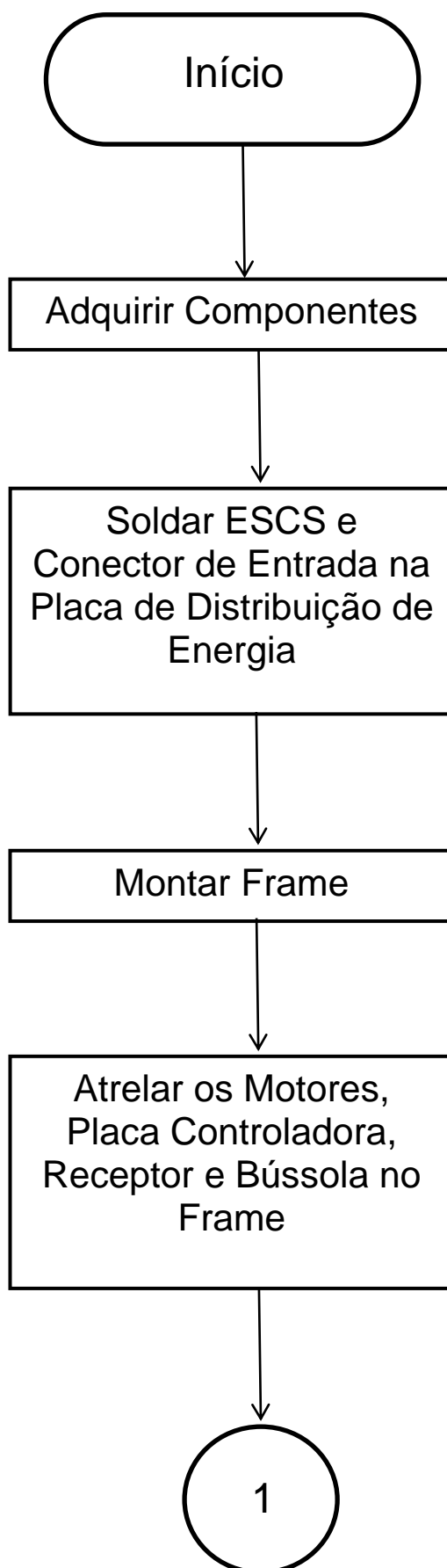
8. FLUXOGRAMAS

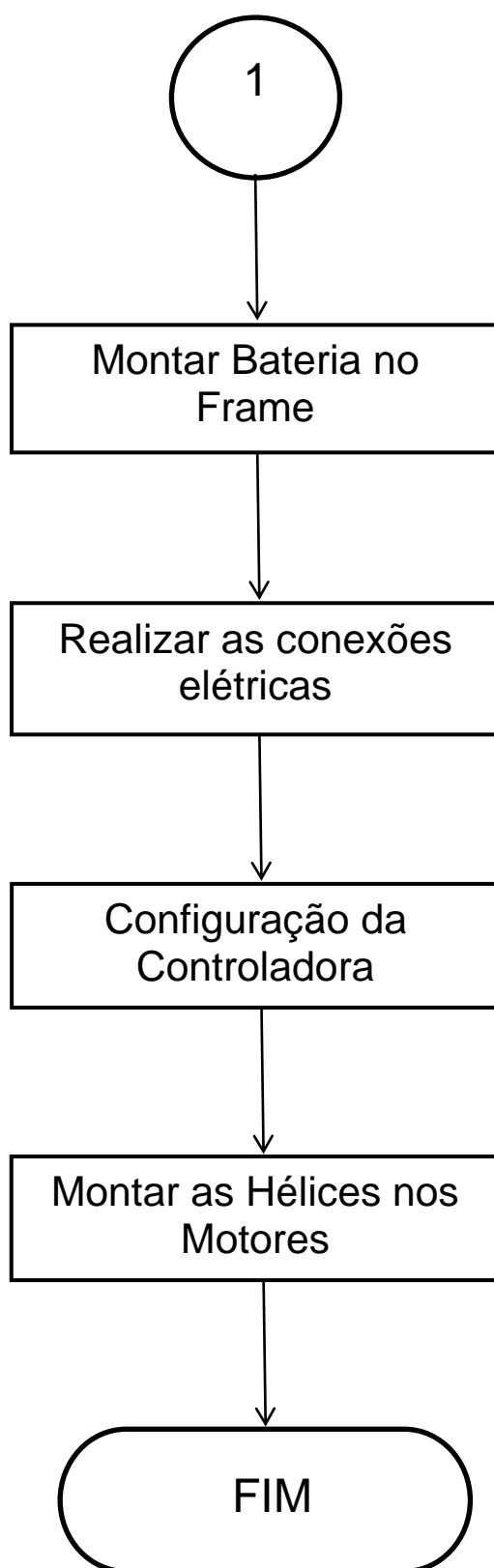
8.1 FLUXOGRAMA DO PROJETO





8.2 FLUXOGRAMA DE MONTAGEM





9. Tabela de Custos

Rádio controle Flysky e receptor FS-IA6	R\$ 400,00
4 ESC Dji E300	R\$ 480,00
4 Motores brushless Dji 2212/920kV	R\$ 1.060,00
Bateria Zippy de Lipo	R\$ 100,00
Controladora de voo Nasa V2	R\$ 500,00
Frame	R\$ 120,00
Total	R\$ 2.660,00

10. CRONOGRAMA

10.1 CRONOGRAMA DO PLANEJAMENTO

Datas	Propostas
16/08/2016	Entrega de propostas individuais
23/08/2016	Escolha do projeto e entrega da justificativa
30/08/2016	Elaboração e entrega do Canvas GP/Pitch/Quando e Quanto;
06/09/2016	Elaboração e entrega do Canvas Como/O que/Para quem/Quanto
13/09/2016	Definição da data de entrega da fase 1 da documentação contendo: objetivos, escolha do projeto, justificativas, pesquisas realizadas, cronograma, definição das características do projeto, diagrama de blocos e fluxograma do projeto
14/09/2016	Data final para entrega da fase 1 da documentação, conforme descrito anteriormente
20/09/2016	Início do detalhamento do projeto
27/09/2016	Esqueleto da Monografia finalizado
30/09/2016	Testes iniciais e início da prototipagem;
04/10/2016	Prazo final para projeto final detalhado
01/11/2016	Prazo final para documentação PTCC; Início da elaboração dos itens da apresentação – Roteiro e Slides
08/11/2016	Fim da revisão final; Entrega da documentação; Início dos ensaios para a apresentação
14/03/2017	Primeiro protótipo no ar

REFERÊNCIAS

Aeromodelismo. Disponível em <<http://aeromodelobrasil.com/>> Acesso em 20 de Maio de 2017.

“Baterias de LIPO”. Disponível em <<http://www.hobbiebrasil.com.br/baterias>> Acesso em 13 de Setembro de 2016.

“O que é drone? Como funciona um drone, qual seu alcance e como montá-lo”. Disponível em <<http://multicopter.com.br/drone.asp>> Acesso em 13 de Setembro de 2016.

“RPAS – Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas”. Disponível em <<http://www2.anac.gov.br/rpas/>> Acesso em 13 de Setembro de 2016.

Características do Motor XXD A2212. Disponível em: <dronespersonalizados.blogspot.com.br/2016/11/motores-de-brushless.html?m=1>. Acesso em: 13 de setembro de 2016.

Custos Iniciais. Disponível em: <www.fpvportugal.com/como-construir-um-quadcoptero-drone>. Acesso em: 13 de setembro de 2016.

Doctor Drone, “Drones para quê? Confira 40 usos da tecnologia”. Disponível em <<http://doctordrone.com.br/drones-para-que-confira-40-usos-da-tecnologia/>> Acesso em 13 de setembro de 2016.

Doctor Drone, “História Ilustrada dos Drones”. Disponível em <<http://doctordrone.com.br/historia-ilustrada-dos-drones/>> Acesso em 13 de Setembro de 2016.

História dos Drones: do início aos dias atuais. Disponível em <<https://odrones.com.br/historia-dos-drones/>> Acesso em 20 de Maio de 2017.

Techtudo, “Drone de vigilância com bateria infinita pode ficar no ar para sempre”. Disponível em <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/11/drone-de-vigilancia-com-bateria-infinita-pode-ficar-no-ar-para-sempre.html>> Acesso em 13/09/2016.

Vídeo que auxilia na montagem de um drone:

<<https://www.youtube.com/watch?v=kMAcZcs0Ky4>>

Vídeo que explica o funcionamento do transmissor e receptor (em RF).

Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=-BLLC5R3GWI>>. Acessado em 13 de setembro de 2016.