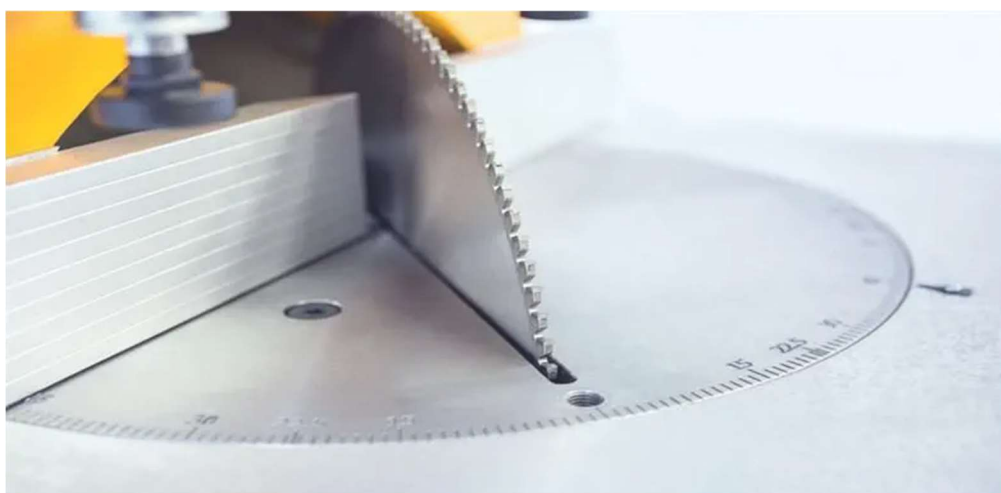




Automatização de uma máquina de corte de perfil.



Data: 17/06/2024

Turma: P5 G2

Diogo Canha –98683

Emanuel Fonseca –116398



palavras-chave: Automação, corte de perfil,

Resumo

O projeto que está descrito neste relatório tomou como ponto de partida um projeto iniciado no ano anterior que teve como objetivo a criação de um dispositivo capaz de controlar com precisão a execução dos cortes e o comprimento final dos perfis trabalhados. No fundo o objetivo será reduzir a intervenção de mão humana no processo sendo que o operador apenas terá de colocar o perfil no devido local da máquina e inserir qual é a quantidade de peças que necessita realizar os respectivos comprimentos desejados.

Conteúdo

Introdução	5
Tecnologias base e trabalhos relacionados	6
Proposta geral da solução.....	8
3.1 Objetivos	8
3.2 Planeamento do projeto	9
3.3 Estrutura funcional dos componentes (Esquema de princípio)	9
Desenvolvimento do projeto/solução	10
4.1 Revisão do projeto mecânico	10
4.1.1 Descrição do funcionamento	10
4.1.2 Simulação	11
4.1.3 Execução de <i>upgrade</i> na estrutura.....	12
4.2 Revisão do projeto elétrico	12
4.3 Revisão da programação	15
4.3.1 Modo Manual	15
4.3.2 Modo Automático	15
Experiências e resultados	17
Conclusões e Trabalho futuro	18
Referências.....	24



(2024) Projeto Sistemas de Automação

Lista de Figuras

Figura 1 - Diagrama de Gantt	9
Figura 2 - Esquema de princípio	9
Figura 3 - Modelo prévio do projeto	10
Figura 4 - Resultado da simulação do suporte do motor	11
Figura 5 – Posicionamento da proteção no equipamento	12
Figura 6 – Esquema da distribuição de potência	13
Figura 7 – Esquema elétrico do mach 3	13
Figura 8 – Esquema elétrico do eixo x	14
Figura 9 – Esquema elétrico das saídas	14
Figura 10 - Display no modo manual	15
Figura 11 - Evolução do comando M27	16
Figura 12 - Display do modo automático	16



Capítulo 1

Introdução

Este projeto foi está dividido em três componentes muito importantes para a normal realização do mesmo, estas são a elétrica, a mecânica e a de programação. Todas estas componentes já tinham sido inicializadas pelo grupo do ano anterior o que quer dizer que teve de se efetuar uma revisão de todo o trabalho desenvolvido para que então possa dar seguimento ao mesmo.

Após ter sido efetuada uma cuidadosa análise do trabalho existente prosseguiu-se então à realização das alterações necessárias em todas as componentes, para além disso, o objetivo passará também por realizar os upgrades que irão acrescentar ainda mais valor a este projeto.



Capítulo 2

Tecnologias base e trabalhos relacionados

Para iniciar a revisão do trabalho proposto, primeiramente tivemos que fazer um estudo prévio das várias áreas envolvidas no projeto. Começou-se pelo estudo do trabalho desenvolvido no anterior [1], para averiguarmos os parâmetros a melhorar e em falta.

De seguida, foi feita uma verificação de todos os materiais requeridos para implementar no nosso sistema automático. A lista de materiais encontra-se abaixo.

- Motor passo a passo;
- Cilindro de tração;
- Correia;
- Placa Mach 3;
- Drive;
- Electroválvulas;
- Relés;
- Perfil;
- Polia;
- Cilindro pneumático.

Além dos materiais, também foi necessário estudar o projeto mecânico, que necessitou de conhecimentos de:

- Autodesk Inventor – Modelação
- Solidworks 3D 2023

O projeto elétrico foi revisto em:

- EPLAN Education 2024



(2024) Projeto Sistemas de Automação

Finalmente, a programação foi desenvolvida utilizando linguagem Visual Basic para conseguir autonomamente gerar código em G Code para a máquina cortar o perfil autonomamente, os softwares utilizados foram:

- Visual Studio
- Mach3Mill

Após a verificação das várias áreas presentes no trabalho proposto, foi possível determinar melhorias a serem efectuadas no trabalho desenvolvido o ano passado. [1]



Capítulo 3

Proposta geral da solução

3.1 Objetivos

Inicialmente, tal como referido no Capítulo 2, foi feita uma verificação tanto dos materiais requisitados, bem como do projeto mecânico e por fim da programação. Deste estudo, definimos objetivos para o nosso trabalho como possíveis obstáculos a enfrentar na realização do mesmo.

Os seguintes objetivos foram colocados:

- Automatizar o corte, através da interação cilindro de fixação + serra elétrica;
- Montagem do projeto mecânico;
- Melhoria do momento de corte;
- Desenvolver proteção nas partes móveis do sistema e contra as limalhas;
- Otimização da programação;

Após a identificação dos nossos objetivos, foi necessário identificar os obstáculos que poderiam dificultar a concretização do nosso trabalho.

Recorrendo a um “brainstorming”, concluímos que os principais obstáculos á realização do nosso projeto seriam:

- Execução correta das ligações elétricas
- Montagem física de todos os componentes e confirmar o seu correto funcionamento
- Segurança na operação de corte da máquina
- Precisão da posição de corte



3.2 Planeamento do projeto

Para assegurar que o projeto fosse entregue dentro do prazo estipulado, foi desenvolvido um cronograma utilizando o software Project Libre. Um planeamento eficaz é crucial em qualquer projeto, e este não foi diferente. As datas, os objetivos e as compatibilidades, foram revistos de forma que mesmo contando com as outras disciplinas nenhum compromisso fosse desconsiderado. Na Figura 1 está representado o diagrama de Gantt desenvolvido.

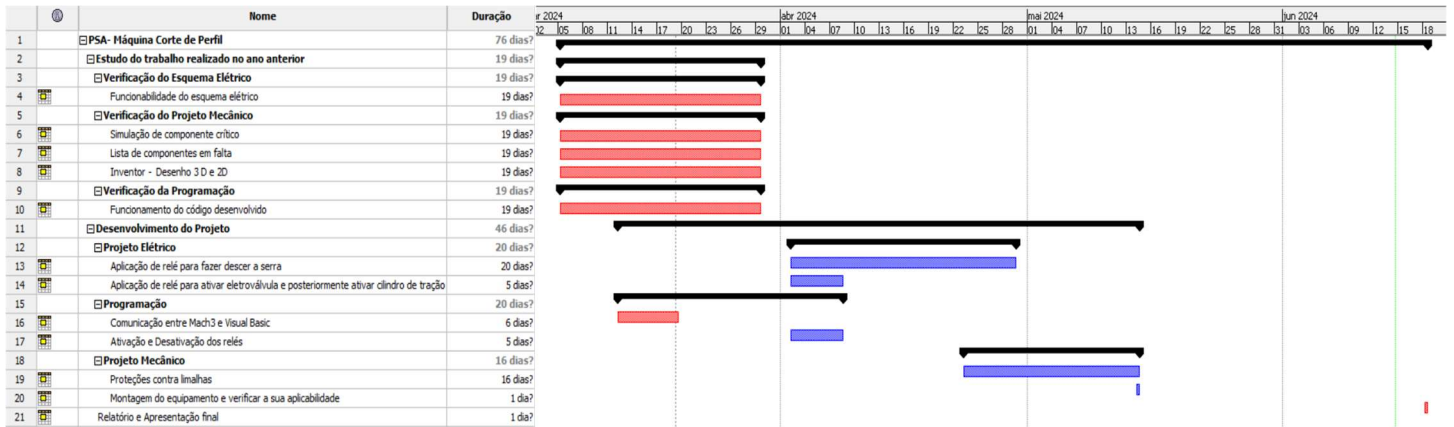


Figura 1 - Diagrama de Gantt

3.3 Estrutura funcional dos componentes (Esquema de princípio)

Após a elaboração do nosso planeamento, foi realizado um esquema de princípio dos diversos componentes presentes, não só para oferecer uma representação mais clara e visual dos componentes, mas também para permitir uma facilidade na análise e diagnóstico de problemas ou falhas e otimizar o design para um funcionamento eficiente. A

Figura 2 representa o esquema de princípio que se veio a desenvolver.

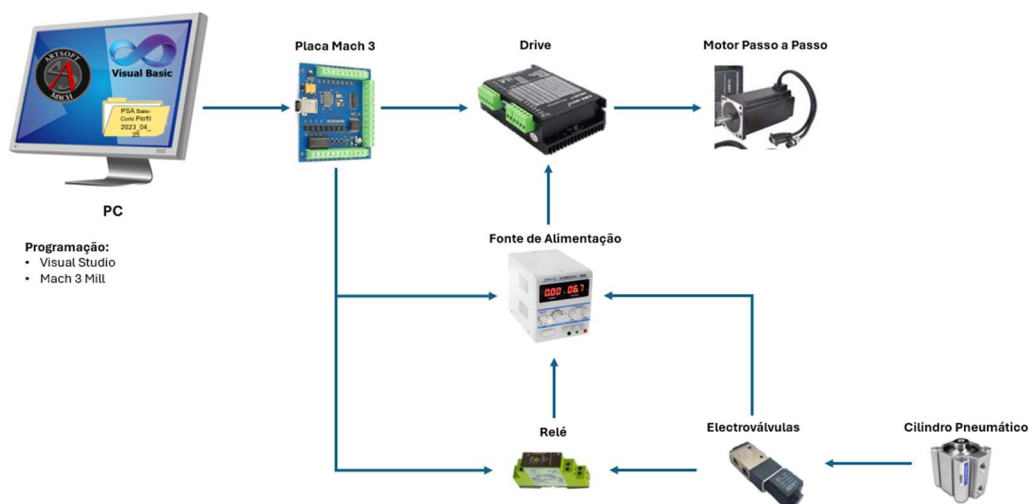


Figura 2 - Esquema de princípio.



Capítulo 4

Desenvolvimento do projeto/solução

4.1 Revisão do projeto mecânico

4.1.1 Descrição do funcionamento

Este equipamento foi projetado para ser utilizado numa máquina de corte de perfis de alumínio. Resumidamente o seu funcionamento começa pela regulação da altura do perfil a ser cortado sendo esse o único processo manual executado, o qual tem como objetivo dar uma folga de 5 mm entre o rolo e o perfil.

A estrutura principal possui um braço feito do mesmo perfil, com fixações rápidas que servem de estrutura principal do dispositivo. Neste braço é acoplado cilindro pneumático que controla o movimento no eixo Y do bloco composto pelo rolo de tração, transmissão, motor e suportes. Quando cilindro pneumático é ativado para aplicar pressão sobre o perfil, o motor vai simultaneamente receber a ordem para fazer girar o rolo de tração através do sistema de polias, deslocando o perfil ao longo do eixo X para a posição de corte desejada. Este motor é controlado por uma drive que recebe ordens do mach3 que está programado de forma a dar as informações necessárias para a drive atuar corretamente.

Após considerar todos os parâmetros para o funcionamento do sistema, chegou-se ao modelo descrito pela Figura 3.

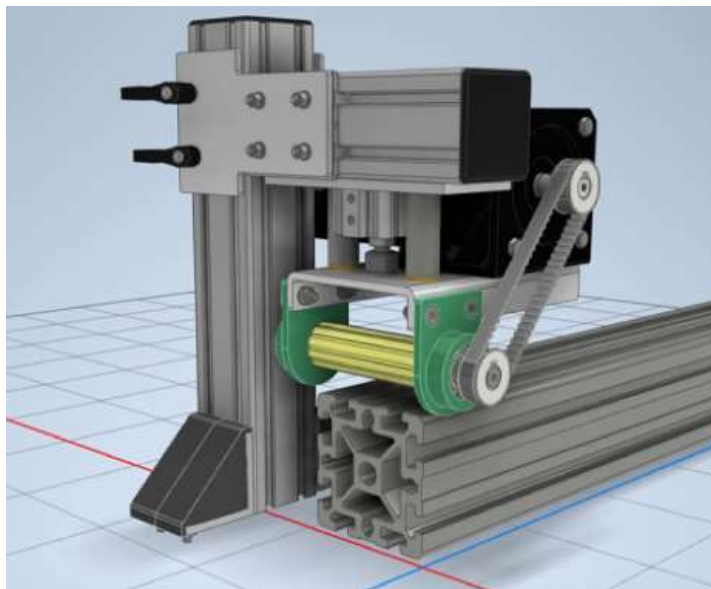


Figura 3 - Modelo prévio do projeto.



4.1.2 Simulação

Para a revisão do projeto mecânico começou por efetuar-se a simulação de algumas peças que poderiam conter pontos críticos de rutura quando sujeitas às forças exercidas nas mesmas, o exemplo mais claro de uma destas peças seria o suporte do motor pois este trata-se de um motor com cerca de 7 Kg, o resultado dessa simulação foi o observado na Figura 4.

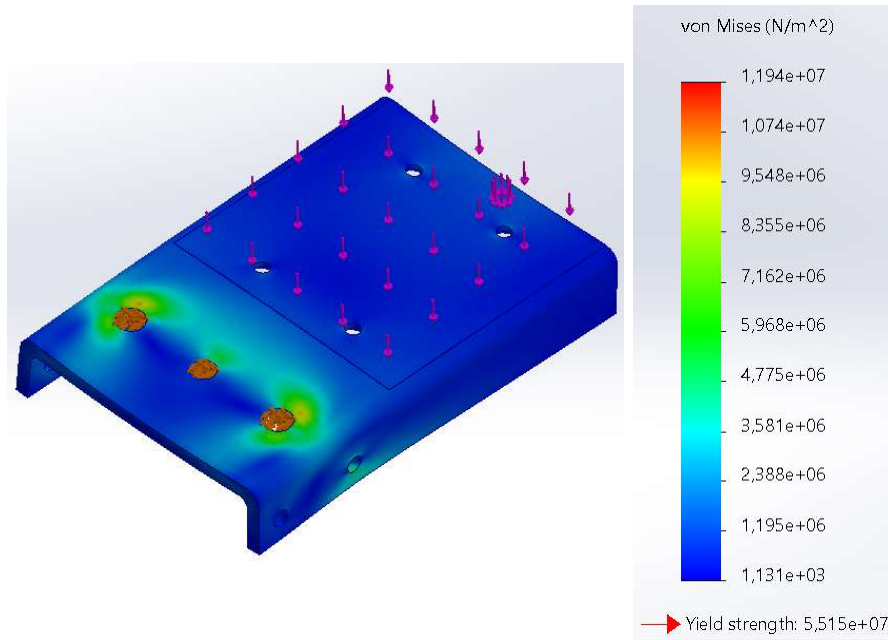


Figura 4 - Resultado da simulação do suporte do motor

Tendo em conta as características da simulação apresentada é possível verificar que este suporte foi dimensionado segundo um fator de segurança de cerca de 4,5.

Ainda que se trate de um fator de segurança interessante para a aplicação pretendida, existem parâmetros como a fadiga derivada da vibração do motor e do movimento do cilindro pneumático não estão a ser levados em conta.



4.1.3 Execução de *upgrade* na estrutura

É visível que o rolo de tração está numa posição desprotegida em relação às limalhas que se irão formar pelo processo de corte, devido a este facto foi projetada uma peça em policarbonato que irá servir o propósito de proteger o rolo de tração das limalhas impedindo assim o excessivo desgaste do mesmo e a ocorrência de escorregamentos do rolo em relação ao perfil. Esta peça, apesar de simples, irá contribuir bastante para a precisão do comprimento dos perfis cortados ao longo do tempo. Na Figura 5 pode observar-se qual será o aspeto final do equipamento após incluir a proteção.

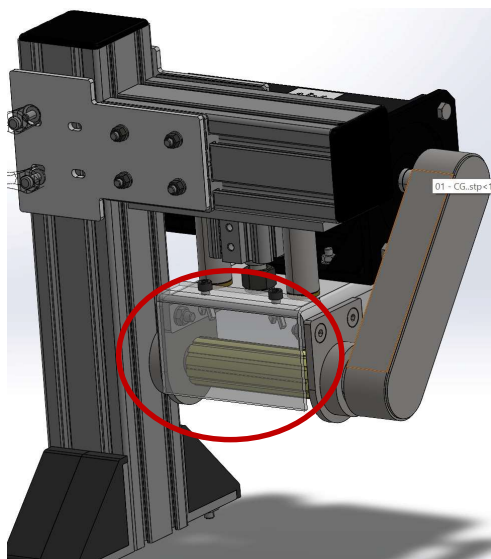


Figura 5 – Posicionamento da proteção no equipamento

4.2 Revisão do projeto elétrico

O projeto elétrico é um plano minucioso que detalha a instalação e operação de um sistema elétrico, abrangendo o dimensionamento e o posicionamento dos componentes elétricos de acordo com os requisitos de segurança e normas aplicáveis.

O esquema elétrico foi elaborado no Eplan, software com capacidade para executar este tipo de trabalho, o esquema desenvolvido possui a seguinte lista de conteúdos:

Distribuição de potência, esquema elétrico do controlador Mach3, esquema do eixo x, esquema das entradas e esquema das saídas. [2]

Primeiramente, foi apresentada a distribuição de potência conforme ilustrado na Figura 6. Esta distribuição inclui um interruptor seguido por um disjuntor bipolar e um disjuntor duplo conectado a uma fonte de alimentação de 24 Volts, que possui um fusível de segurança na sua saída.

A Figura 7 exhibe o diagrama elétrico do controlador Mach3, onde a programação realizada no computador é transmitida para o Mach3 através de um cabo USB. Além disso, a figura também mostra as conexões elétricas necessárias para a drive.





(2024) Projeto Sistemas de Automação

A Figura 8 apresenta o diagrama do eixo X, destacando a drive escolhida, a Hybrid Servo Drive (HBS86H), bem como o motor selecionado e suas respectivas conexões. No projeto elétrico, as saídas correspondem às conexões dos equipamentos e dispositivos elétricos ao sistema. A Figura 9 ilustra as entradas e as saídas, onde se pode ver os sensores do projeto conectados aos interruptores de bloqueio do perfil e de acionamento da serra elétrica, integradas por indução eletromagnética ao cilindro e serra e por meio de cabos na placa. E nas saídas (imagem da direita), onde se pode ver os relés do projeto conectados às saídas da descida e da rotação da serra, integradas ao sistema de distribuição elétrica por meio de cabos. Isso irá assegurar a o funcionamento do projeto

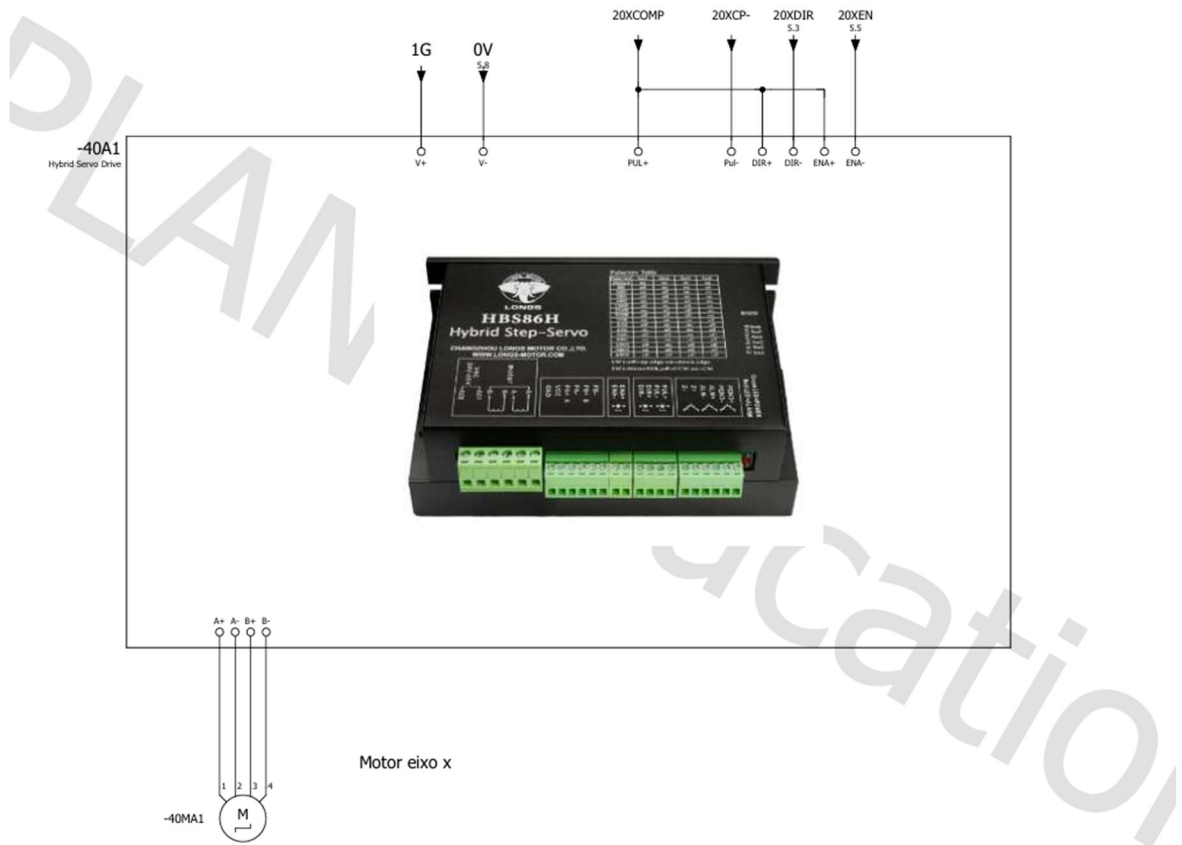


Figura 8 – Esquema elétrico do eixo x

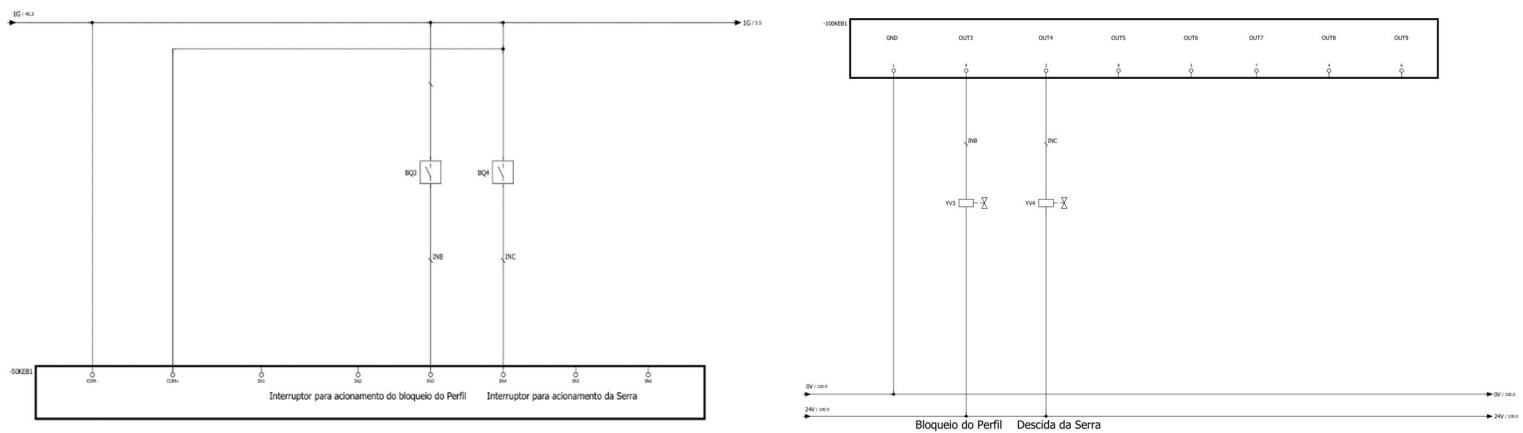


Figura 9 – Esquema elétrico das entradas e saídas



4.3 Revisão da programação

Conforme mencionado na seção 3.2, nosso objetivo era otimizar a programação do projeto. Para isso, realizamos primeiramente um estudo detalhado do programa previamente desenvolvido em Visual Basic, que tinha como objetivo criar uma interface em conjunto com o programa e do software Mach3, utilizando o manual [3] para configuração e instalação. Esse estudo nos permitiu compreender suas funcionalidades e definir corretamente os "ports and pins" das duas entradas e duas saídas, sendo as entradas os sensores e as electroválvulas as saídas.

Com essas informações, iniciamos a otimização do código em VB, que foi estruturado em duas interfaces: Manual e Automático.[7]

4.3.1 Modo Manual

O modo manual permite determinar individualmente cada posição de corte. A interface deste modo apresenta um visor para mostrar a posição atual do perfil (usando as funções OEM), a velocidade do movimento e uma caixa de texto para que o usuário insira a posição desejada do perfil. Além desses parâmetros, a interface inclui dois botões: um para enviar o perfil para a posição zero e outro para iniciar o deslocamento solicitado.

Este modo não necessitou de qualquer modificação em termos de código, no entanto relativamente á interface esta sofreu umas pequenas alterações como se pode verificar na Figura 10.

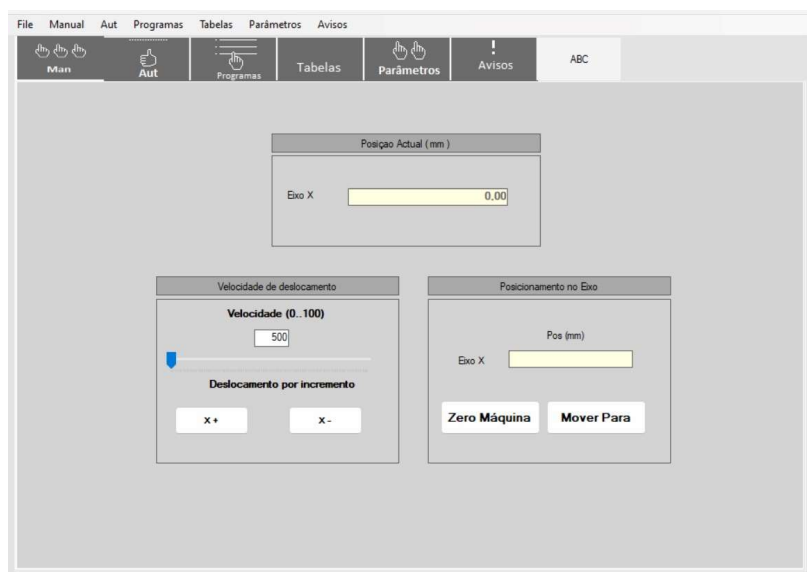


Figura 10 - Display no modo manual.

4.3.2 Modo Automático

O modo automático oferece mais funcionalidades do que o modo manual. Este modo passou por várias modificações, começando pela otimização do código usando o Visual Script Editor do Mach3. Conseguimos reduzir significativamente o tamanho do código no Visual Studio ao desenvolver o comando "M27", que integra todo o processo de corte da máquina, desde a ativação do cilindro de fixação e da serra elétrica até sua desativação. A Figura 11 ilustra o processo de configuração do comando "M27". [4]



```
linha = "N20 M10" 'ativar eletrovalvulas OUTPUT 7
PrintLine(1, linha)
txt_ManCodG.Text += linha + vbCrLf

linha = "N30 M3" 'ativar cerra OUTPUT 5 ABRIR OUTPUT 6
PrintLine(1, linha)
txt_ManCodG.Text += linha + vbCrLf

linha = "N40 M4 " 'desativar cerra
PrintLine(1, linha)
txt_ManCodG.Text += linha + vbCrLf

linha = "N50 M11" 'desativar eletrovalvulas OUTPUT 8
PrintLine(1, linha)
txt_ManCodG.Text += linha + vbCrLf
```

```
m27.m1s - Mach3 VB Script Editor
File Edit Run Debug BreakPoints

MsgBox ("Inicio do corte")
ActivateSignal (OUTPUT2 )
While IsActive (INPUT2 )
Sleep (3000)
Vend
ActivateSignal (OUTPUT3 )
While IsActive (INPUT3)

Sleep (5000)
DeactivateSignal (OUTPUT3 )
While Not IsActive ( INPUT3 :
Sleep (3000)

deactivateSignal (OUTPUT2)
While Not IsActive ( INPUT2 :
Sleep (3000)
Vend
Sleep (4000)
MsgBox ("Fim do corte ")
```

```
linha = "N20 M27" 'ativar corte completo 21/05
PrintLine(1, linha)
txt_ManCodG.Text += linha + vbCrLf
```

Figura 11 - Evolução do comando M27

Para melhorar a funcionalidade e a segurança, implementamos nas linhas do G-code gerado pelo Visual Basic o comando "G4 P2", que instrui a máquina a fazer uma pausa (Dwell) por um período determinado em milissegundos, geralmente no final de uma operação de corte.

Além disso, para aumentar a eficiência do processo e reduzir o desperdício de material, agora é possível solicitar 10 tamanhos de corte de perfil, juntamente com a velocidade de deslocamento para cada uma dessas posições, em vez das 3 posições anteriores. Esses parâmetros de escolha são configurados a partir de um código CNC, que será agregado e salvo em um documento chamado "PSA2023.tap". Esse arquivo pode ser carregado no Mach3 pressionando o botão "Validar (G-Code)" e depois "RUN".[5][6]

Quanto à interface, também realizamos algumas alterações, semelhantes às do modo manual, conforme mostrado na Figura 12.

Figura 12 - Display do modo automático



Capítulo 5

Experiências e resultados

Após a execução do estudo prévio, testou-se a programação desenvolvida no ano anterior, apresentada na seção 3.2. Para isso, foi necessário montar todo o sistema elétrico, seguindo o manual [3] para realizar as conexões corretas entre a placa do Mach3 e os diferentes componentes do sistema. Além disso, utilizamos o manual [4] para definir corretamente os "ports and pins" correspondentes à nossa placa.

Com tudo a funcionar corretamente, realizou-se a primeira experiência, na qual se identificaram alguns problemas:

- Baixa precisão no comprimento de corte devido ao número reduzido de variáveis de posicionamento em X, com apenas três variáveis;
- . Em termos de segurança e manutenção da máquina, constatou-se a ausência de tempo de descanso entre os ciclos de corte e posicionamento, bem como na própria ação de corte, entre a descida do cilindro e a ativação da serra;
- A extensão do código foi analisada, revelando a necessidade de melhorias, especialmente na programação do momento de execução do corte da máquina

Na segunda experiência, implementou-se a primeira alteração: aumentando o número de variáveis de posicionamento na linha de código G para 10, permitindo ao operador ajustar a serra em mais pontos, otimizando o uso do comprimento do perfil. Esta modificação foi bem-sucedida, sem apresentar problemas.

Na terceira experiência, ao aplicar a função M27 para o momento do corte, enfrentaram-se problemas com os "sleep times" entre as diversas ações de ativação e desativação do cilindro e da serra, que se revelaram muito curtos. Foi necessário ajustar esses tempos e as conexões dos "ports and pins" relativos aos sensores presentes no cilindro de fixação e no cilindro que acionava a serra. Apesar dos contratempos, ambos os problemas foram resolvidos com facilidade.

Finalmente, na última experiência, executou-se o programa com a adição do comando "G4 P2", referente ao "sleep time" entre ciclos de corte e posicionamento, e já com a peça impressa em 3D, para simular o rolo rotativo que desliza ao longo do perfil. Este teste final foi um sucesso, sem ocorrências negativas, concluindo que o código estava corretamente implementado e funcionava adequadamente.



Capítulo 6

Conclusões e Trabalho futuro

Em relação aos objetivos apresentados na seção 3.1, a maioria foi alcançada com sucesso. No que se refere ao projeto mecânico, desenvolvemos a proteção das limalhas. No entanto, a montagem do projeto mecânico ainda está na fase de pré-produção, atualmente sob análise de um projetista mecânico para aprovação e produção.

O projeto elétrico não precisou de reformulações, pois as ligações elétricas e o posicionamento dos componentes estavam claros e atendiam aos requisitos de segurança.

Na programação, conseguimos otimizar o sistema e melhorar a precisão do corte. Isso foi feito adicionando mais variáveis, aplicando tempos de espera ("sleep times") no processo e programando o comando "M27", que abrange toda a ação de corte da máquina, melhorando significativamente a qualidade do corte.

Em resumo, nosso trabalho trouxe melhorias substanciais ao projeto desenvolvido no ano passado, principalmente em termos de funcionamento e segurança.

Para trabalhos futuros relacionados com o projeto desenvolvido, poderemos:

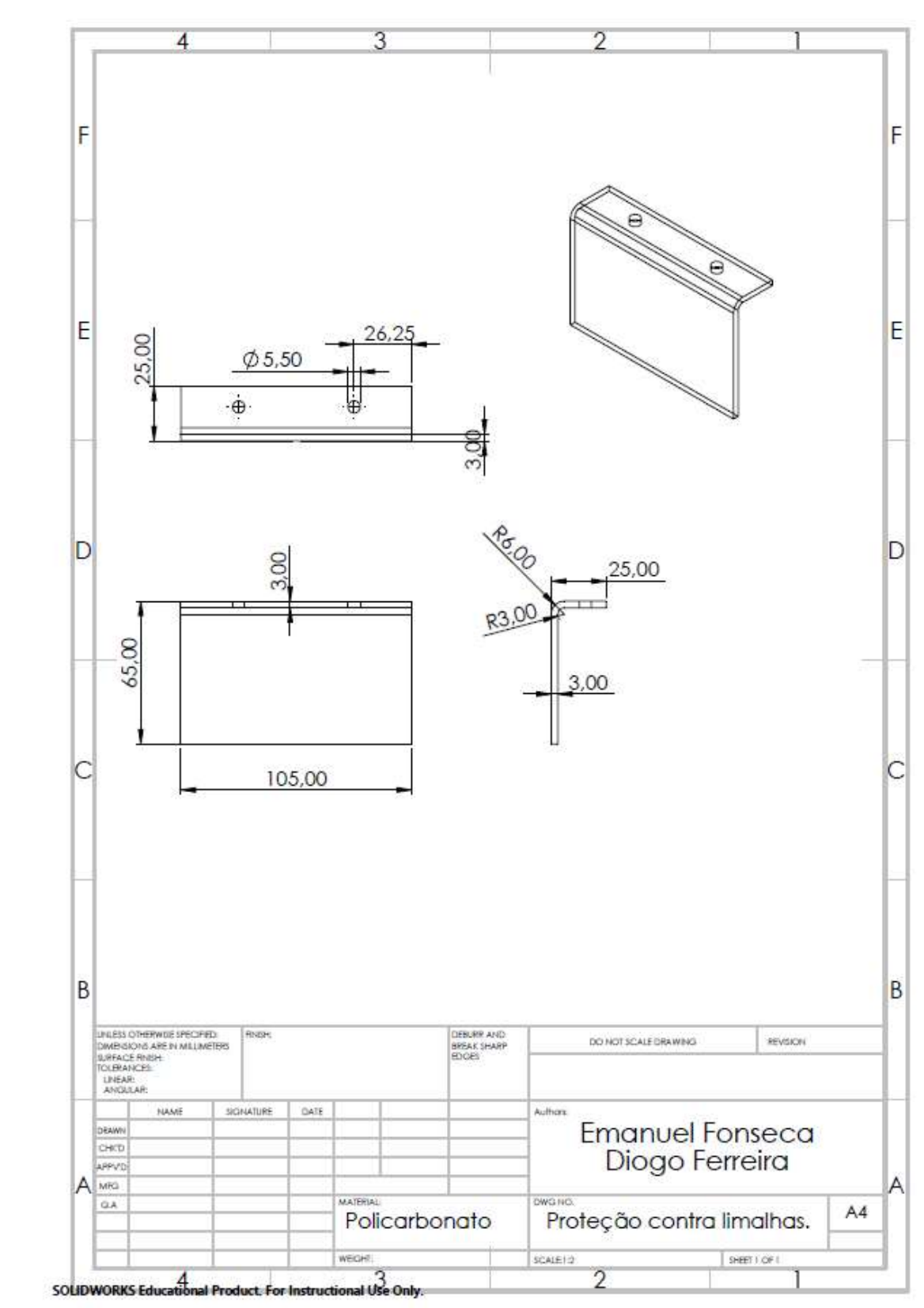
1. **Melhorar a eficiência do tempo de processamento:** Esta melhoria será possível após a implementação do sistema na máquina, permitindo a redução dos tempos de espera ("sleep times").
2. **Revisão do código desenvolvido:** Atualmente, o sistema exige que valores seja atribuído às 10 variáveis apresentadas no painel, mesmo que nem sempre sejam necessárias. Isso pode ser resolvido colocando zeros nas variáveis não utilizadas, no entanto isto provoca diminuição do fluxo de trabalho e diminui a eficiência do tempo de produção, sendo, portanto, uma melhoria a ser aplicada na programação.
3. **Produção e montagem do projeto mecânico no local:** Finalizar a produção e realizar a montagem do projeto mecânico no local de operação.
4. **Explorar o uso de sistemas de visão computacional:** Implementar sistemas de visão computacional para identificar com precisão os perfis a serem cortados e ajustar automaticamente os parâmetros de corte, melhorando a eficiência do sistema

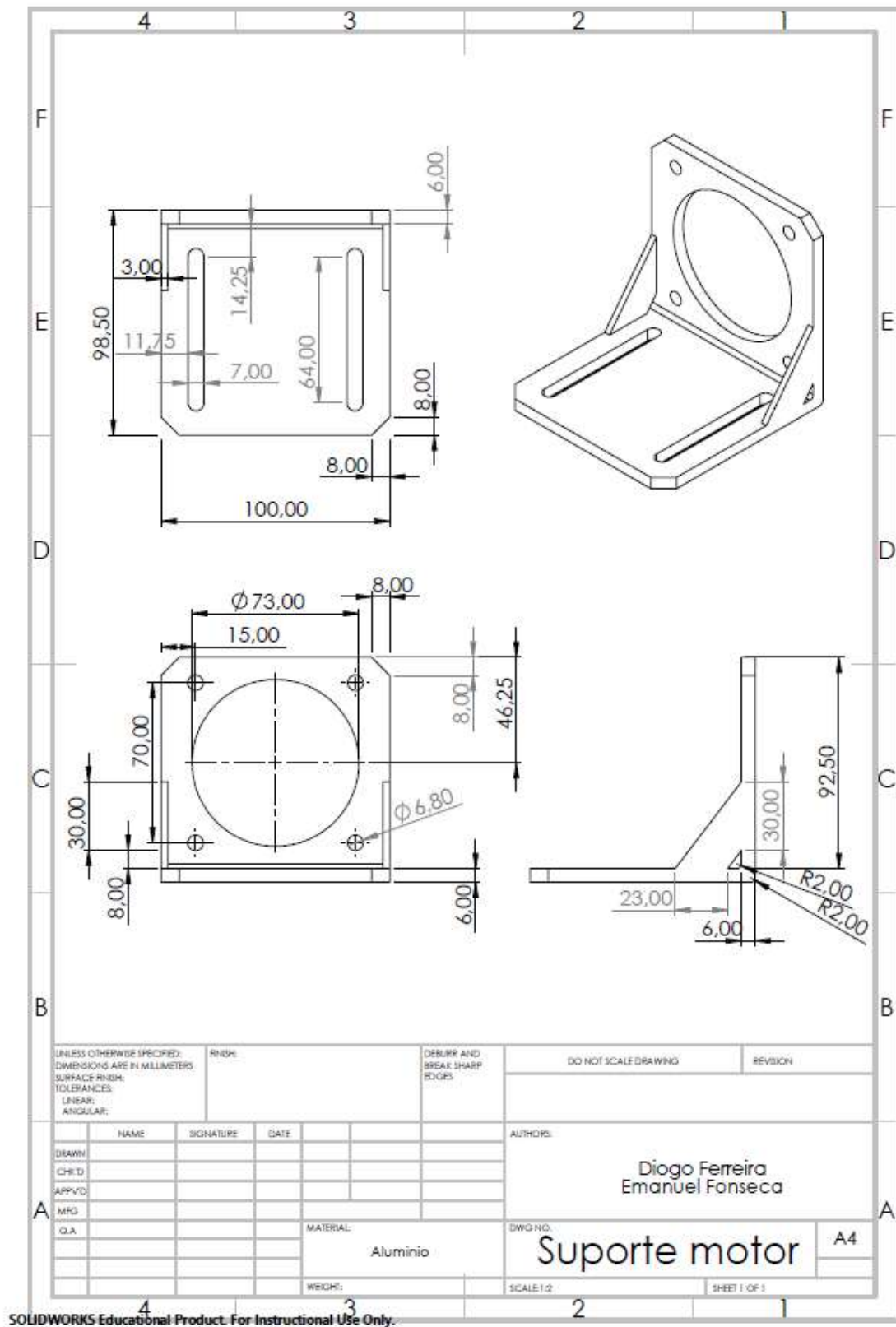
Estas melhorias visam aumentar a eficiência, flexibilidade e precisão do sistema, garantindo um melhor desempenho e adequação às necessidades futuras.

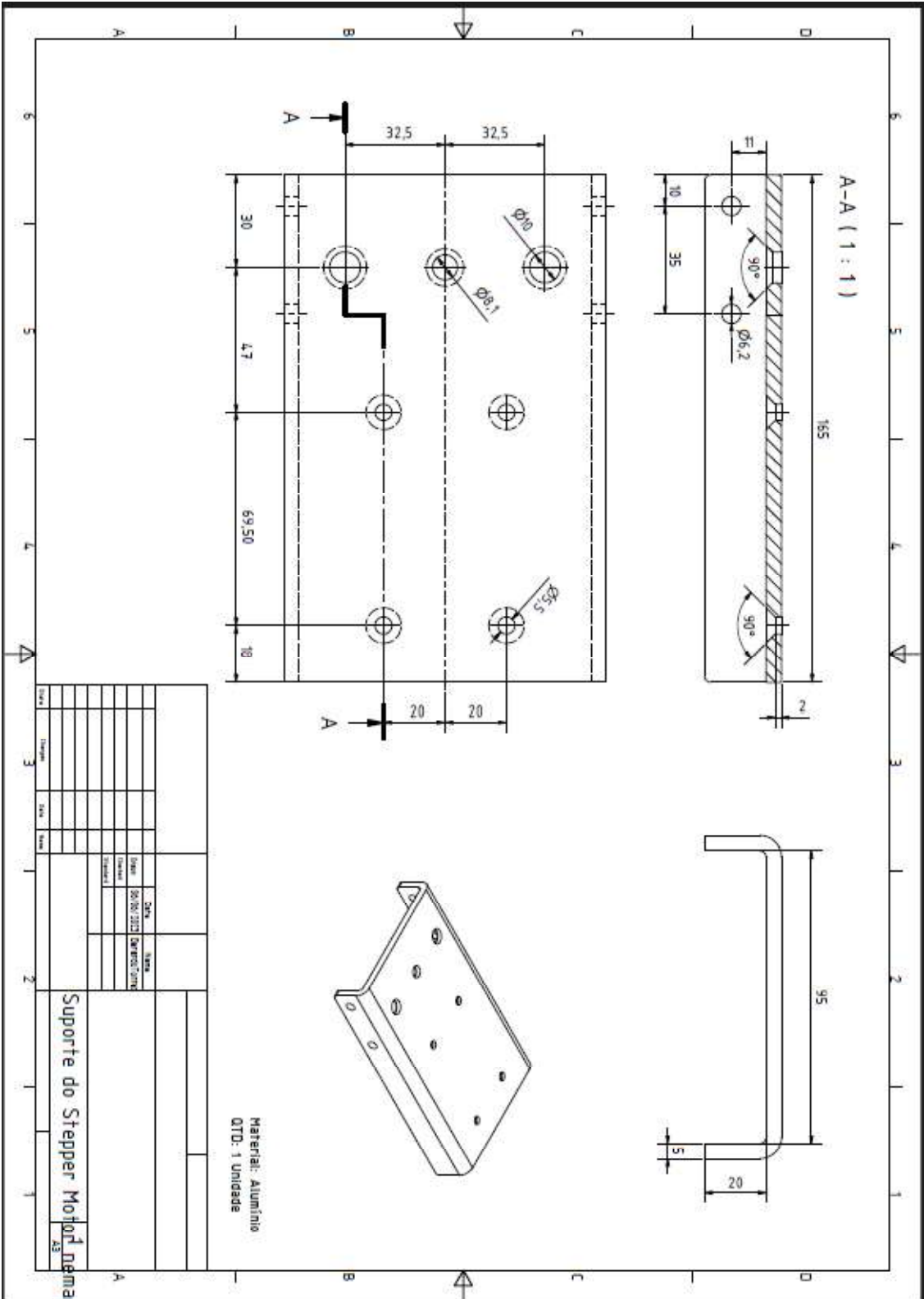


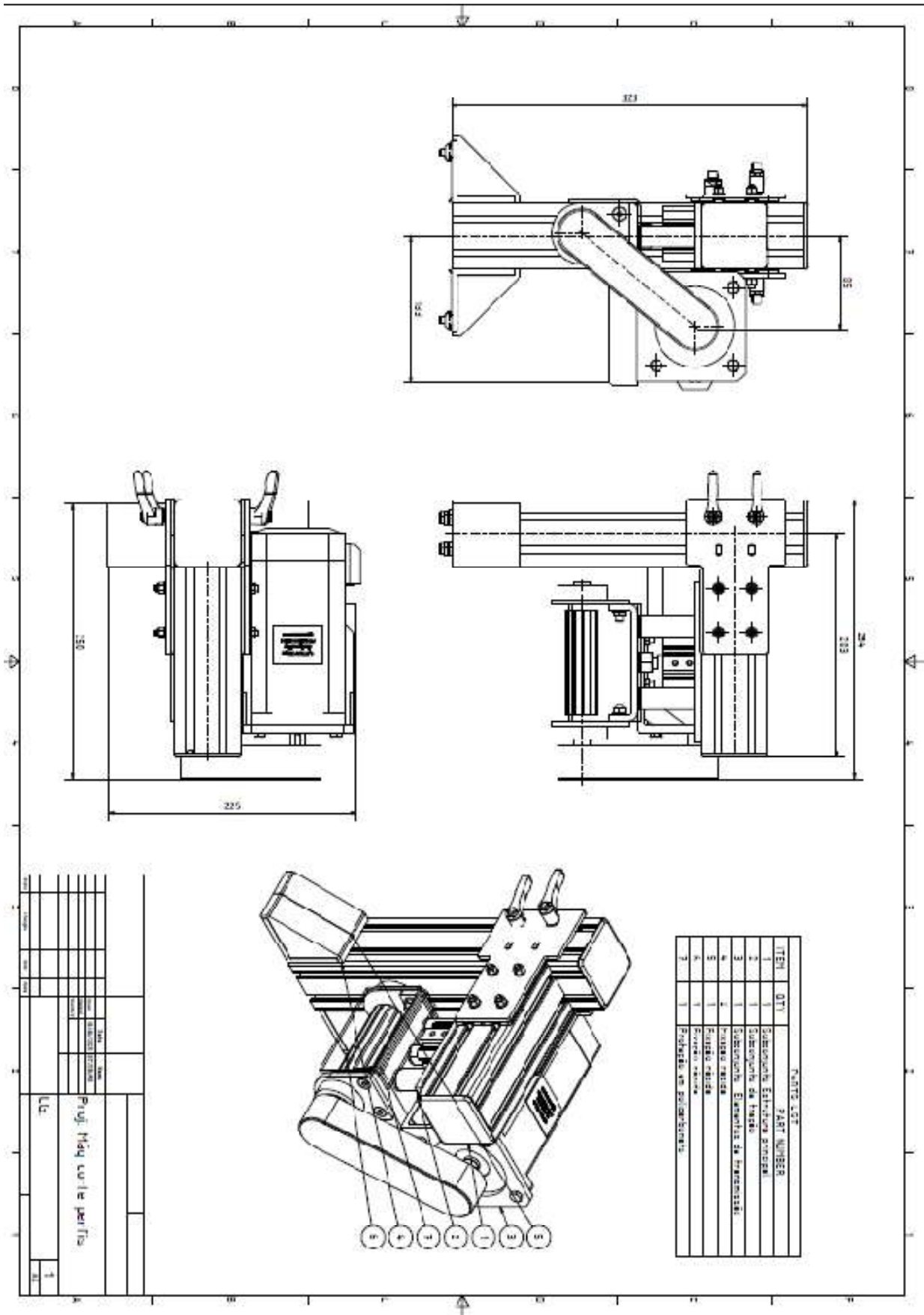


Anexo 1 – Desenhos











Referências

- [1] Grupo de trabalho do ano anterior. “Automatização de uma máquina de corte de perfil P1 G4”.
- [2] Eplan eletric P8 Manual do iniciante, 2010, URL: <https://pt.scribd.com/document/283171176/BR-Eplan-P8-Manual-em-Portugues-pdf>
- [3] MACH3 CNC controller software installation and configuration, 2008, URL: https://www.machsupport.com/wpcontent/uploads/2013/02/Mach3Mill_Install_Config.pdf
- [4] Mach3 Version 3.x Macro Programmers Reference Manual, 2009
- [5] Using Mach3 Turn , URL: https://www.machsupport.com/wp-content/uploads/2013/02/Mach3Turn_1.84.pdf
- [6] Marc CNC G Codes URL: <https://gcodetutor.com/cnc-machine-training/cnc-g-codes.html>
- [7] https://github.com/DiCanhaUA/Corte_perfil.git