

**M1 AUTOMAÇÃO**  
*O e-commerce da **sua máquina***

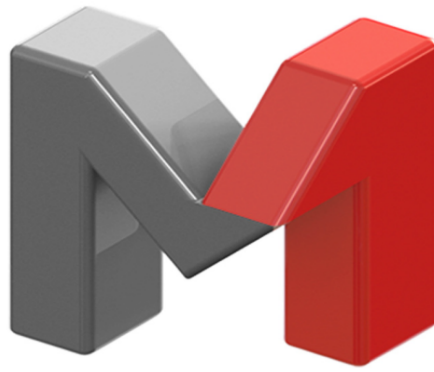
DATA SHEET / GUIA DO USUÁRIO

PLACA CONTROLADORA  
CNC DE 5 EIXOS

**VOLUME 1**  
**1ª EDIÇÃO**



ESCRITO POR:  
CARLOS E. BALDOCCHI



# M1 AUTOMAÇÃO

---

*O e-commerce da **sua máquina***

## Quem somos:

Uma empresa Idealizada inicialmente em 2016, por dois engenheiros mecânicos, com o intuito de ajudar a expandir e a difundir o incrível e vasto mundo das automações *hobbista* e industrial, a **M1 Automação** foi oficialmente fundada em 2018 no Estado de São Paulo.

## Missão:

Fornecer acessibilidade às informações técnicas, e simplificar a implementação das tecnologias da área, no dia-a-dia de empreendedores e de usuários entusiastas que buscam se dedicar, de alguma maneira, ao incrível mundo de processo de fabricação de máquinas operatrizes.

## Nosso Propósito:

Ser referência na implementação e simplificação das tecnologias ligadas ao ramo de automação, robótica e CNC, para assim se destacar no mercado nacional como uma empresa inovadora e visionária.

## Valores:

1. Difusão de conhecimentos
2. Acessibilidade à informação
3. Atendimento de excelência
4. Ética

# Índice:

## 1. Sobre a Placa

## 2. Características Principais

## 3. Diagrama de Portas e Pinos

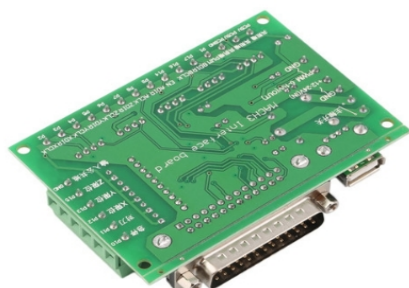
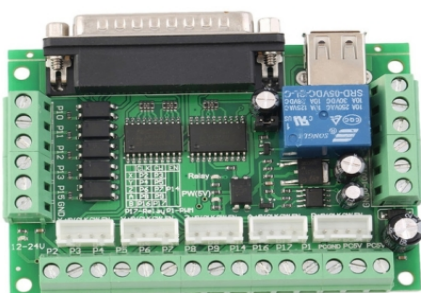
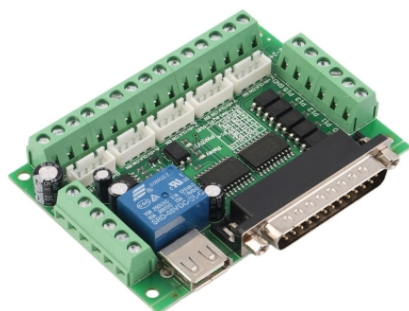
### 4.1. Esquema de Ligação Para 5 Eixos

### 4.2. *Esquema de Ligação Para 4 Eixos*

### 4.3: *Saída PWM / Saída Analógica*

## 5. Configurando o Mach3

## 6. Sensor Fim-De-Curso / Micro-Switch



## 1. SOBRE A PLACA

Desenvolvida especialmente para aplicação **CNC** (**Comando Numérico Computadorizado**) esta interface apresenta uma ótima relação custo benefício, permitindo **conexão** de sinal seguro e sem interferência, totalmente **opto-isolada** entre seu computador, drivers e dispositivos periféricos. A Transmissão de dados ocorre via porta paralela DB25 e a alimentação elétrica principal via porta USB sendo a alimentação secundária separada para proteger seu computador e componentes.

Apresenta compatibilidade com os principais **softwares** de controle **CNC** como **Mach3**, **EMC2** (Linux CNC), **KCAM**. Outros softwares podem ser utilizados uma vez que apresentem suporte para porta paralela DB25.

Suas diversas portas de conexão permitem a instalação de uma ampla gama de dispositivos periféricos e componentes que podem ser adicionados à sua máquina e projeto.

As portas recebem sinal de entrada ou de saída. Os sinais de entrada são os emitidos do equipamento para a interface, já os sinais de saída são sinais emitidos da interface para o equipamento. Os sinais de entrada são gerados por algum sensor quando ativado, os sensores de entrada podem ser com contato mecânico tipo micro-switch, do tipo eletrônico via indução (proximidade), e também sensores ópticos ou infra-vermelho.

### **Conexão opto-isolada**

Garante que não haja interferência, pois a transmissão de sinal de um equipamento para outro (Exemplo: Interface para driver) ocorre através de um dispositivo intermediário óptico. Sendo assim não existe uma conexão direta de energia elétrica com os sinais emitidos, assegurando assim o isolamento total dos equipamentos periféricos em caso de curto-circuitos ou surto de tensão.

## ***Sinal de Entrada ou Input***

- Sensores HOME [Zero Máquina]
- Sensores de fim-de-curso [Limit Switch]
- Botão de emergência [E-Stop]
- Zeramento automático da ferramenta [Auto Tool Zero]
- Sensor de rotação – para velocidade ou RPM [Index]
- Sensor Probe para scanner 3D

## ***Sinal de Saída ou Output***

- Controlar Drivers de Micro Passo (Pulso + Direção) ex: TB6600, TB6560, DM542, etc.
- Liga / Desliga Spindle
- Liga / Desliga Refrigeração (Fluído de corte)
- Sentido de rotação do motor, horário ou anti-horário
- Controle de RPM do spindle

## #1: SOBRE A PLACA

Desenvolvida especialmente para aplicação **CNC (Comando Numérico Computadorizado)** esta interface apresenta uma ótima relação custo e benefício, permitindo conexão de sinal seguro e sem interferência, totalmente opto-isolada<sup>1</sup> entre seu computador, drivers e dispositivos periféricos. Transmissão de dados via porta paralela DB25, alimentação elétrica principal via porta USB e alimentação secundária separada para proteger seu computador e componentes.

Apresenta compatibilidade com softwares de controle Mach3, EMC2 (Linux CNC), KCAM e outros softwares com suporte a porta paralela DB25.

Os **Pinos** recebem sinal de entrada ou emitem sinal de saída. Os sinais de entrada são os emitidos de outro equipamento para a placa interface, já os sinais de saída são sinais emitidos da placa interface para outro equipamento ou dispositivo externo.

Dispositivos periféricos ou componentes que podem ser adicionados à sua máquina utilizando essa placa:

### Entradas ou Inputs

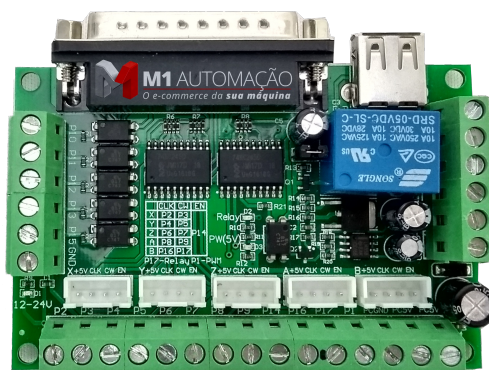
|                                               |                  |
|-----------------------------------------------|------------------|
| >> Sensores HOME                              | [Zero Máquina]   |
| >> Sensores de fim-de-curso                   | [Limit Switch]   |
| >> Botão de emergência                        | [E-Stop]         |
| >> Zeramento automático da ferramenta         | [Auto Tool Zero] |
| >> Sensor de rotação - para velocidade ou RPM | [Index]          |
| >> Sensor <i>Probe</i> para scanner 3D        |                  |

os sinais de entrada são enviados por algum sensor quando ativado, os sensores de entrada podem ser de contato mecânico tipo *micro-switch*, do tipo eletromagnético, do tipo indutivo (proximidade), e também sensores ópticos ou *infra-vermelho*.

### Saídas ou Outputs

|                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|
| >> Controlar Drivers de Micro Passo (Pulso + Direção) ex: TB6600, TB6560, DM542, etc. |
| >> Liga / Desliga Spindle                                                             |
| >> Liga / Desliga Refrigeração (Fluído de corte)                                      |
| >> Sentido de rotação do motor, horário ou anti-horário                               |
| >> Controle de RPM do spindle                                                         |

os sinais de saída são enviados para os dispositivos externos, podendo ser ligados diretamente ao equipamento: drivers, inversor de frequência, ou através de um dispositivo intermediário por exemplo um Relé ou chave controladora.



**fig 1.0** – Placa Interface Controladora Opto-Isolada 5 eixos

<sup>\*1</sup> - conexão opto-isolada garante que não haja interferência, pois o envio e recebimento do sinal de um equipamento para outro (Exemplo: Interface para driver) ocorre através de um dispositivo intermediário óptico. Sendo assim não existe uma conexão direta de energia elétrica com os sinais emitidos, garantindo com isso o isolamento completo dos equipamentos periféricos em caso de curto-circuitos ou surto de tensão.

## #2: Características Principais:

**Software de controle** MACH3, EMC2, KCAM e outros.

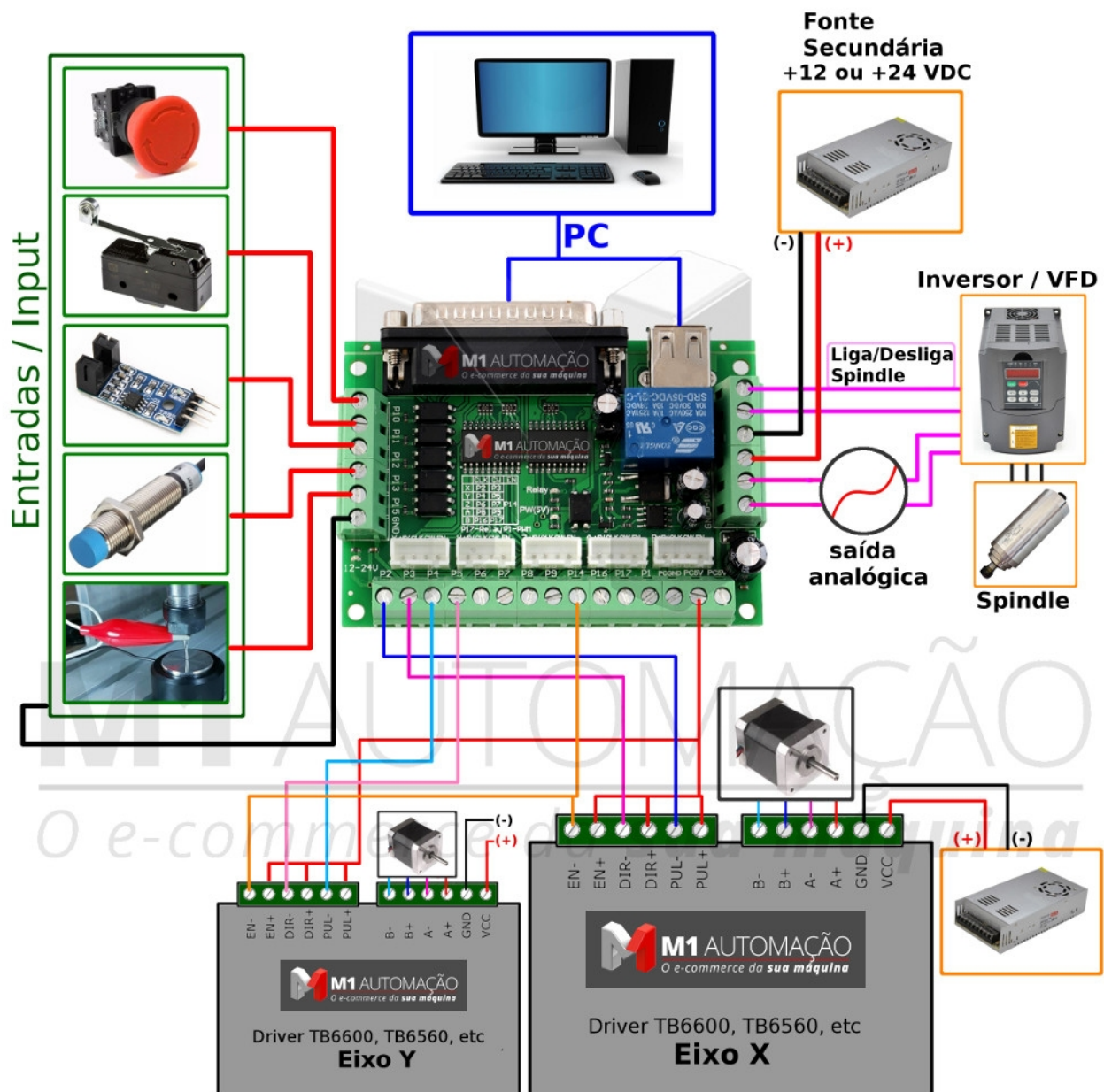
**Transmissão de dados via** Porta Paralela DB25.

**Taxa de transmissão de dados** de 100 kHz

**Alimentação principal de energia** via USB<sup>2</sup> (+ 5 VDC)

**Alimentação secundária de energia** via pino lateral +12 VDC ou +24 VDC

**Quantidade de eixos** 1 até 5 eixos de duas fases cada (Pulso + Direção)



**fig 2.0** - esquema genérico de ligação dos dispositivos e componentes.

<sup>\*2</sup>- Recomendado utilizar a própria porta USB (+ 5 VDC) da CPU para alimentar a placa.

<sup>\*\*</sup>- para funcionamento das **Entradas** e da **saída analógica 0-10V** -- necessário instalar a fonte secundária de +12 VDC ou +24 VDC conforme esquema da figura 2.0)

## Explicação Básica da Interface Placa Controladora (fig 2.0):

\* **Na parte Superior** está localizado a **Porta Paralela DB25** e a **porta USB**. A porta paralela é responsável pela transmissão de dados, enquanto que a porta USB é responsável apenas pela alimentação de energia +5VDC que vai para as saídas digitais, e aciona a bobina do Relé.

\* **No terminal Lateral Esquerdo** está localizado os **5 pinos** das **Entrada Digital** da placa controladora. Esses pinos são responsáveis por receber sinal enviado por dispositivos terceiros como botões, chaves fim-de-curso, botão de emergência, e sensores mecânico, magnético, indutivo que podem ser configurados como Home, Probe, etc.

As entradas deve ser conectadas ligando um fio entre o pino **[GND]** e os pinos **P10, P11, P12, P13, P15**. Totalizando 5 entradas.

\* **No terminal Lateral Direito** está localizado respectivamente:

- Os dois pinos de cima são do Relé do tipo **NA**. (É uma saída isolada de energia elétrica)
- Os dois pino do meio são **Alimentação de Energia** da placa. **Você deve alimentar a placa somente nesses pinos de entrada.**
- Os dois pino de baixo são a **Saída Analógica 0-10VDC**.

\* **No terminal Inferior** estão localizados os **12 pinos** das **Saídas Digitais** da placa controladora.

As saídas digitais são do tipo **5VDC** e devem ser utilizadas para ligação dos dispositivos externos que a placa vai comandar e enviar sinal. Essas saídas são configuráveis através do software de controle **Mach3**, e são separadas em 2 tipos nessa placa:

- Os pinos **P2 até P9, P14, P16** totalizam **10 Saídas Digitais** que podem ser utilizadas para ligação de até 5 Drivers de Pulso e Direção cada. Por isso essa controladora é para até 5 eixos. Ou também pode ser ligado menos eixos, e utilizar os pinos sobressalentes para comandar outras operações da máquina ou equipamento.

- Os pinos **P1 e P17**, também podem ser utilizados como **Saídas Digitais**, porém eles tem também ligações **análogas** à outras funções dentro da placa, que para serem utilizadas não poderão assumir a função de Saída Digital comum, são elas:

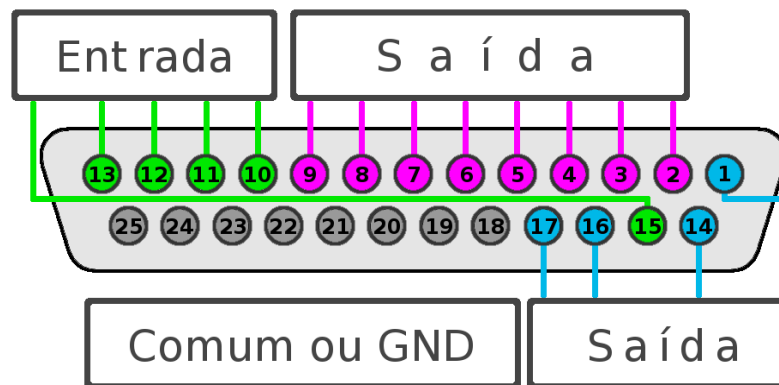
-- O pino **P1** possui funcionamento análogo à **Saída Analógica 0-10VDC**. Ou seja, para utilizar a Saída Analógica 0-10V localizada no terminal direito da placa, devemos abrir mão do uso do pino **P1** para outra função. Pois ele estará ocupado exercendo outra função.

-- O pino **P17** possui funcionamento análogo ao **Relé**. Ou seja, para utilizar o Relé (que possui os pinos de ligação no terminal direito), devemos abrir mão do uso do pino **P17** para outra função. Pois ele estará ocupado exercendo a função de pilotar o Relé. *Aqui vale um comentário, que ao utilizar o **Relé**, não precisamos necessariamente abrir mão de utilizar o **Pino P17**. Porém como o funcionamento do **Pino P17 e do Relé** é análogo, ou seja, eles são correspondentes eletricamente, você só vai conseguir controle **Ligar/Desliga** deles juntos.*

O **Jumper** da placa faz o funcionamento análogo entre o **Pino P17** e o **Relé**. Quando desejar **ativar** o funcionamento do **Relé** através do **Pino P17**, você deve **manter o Jumper**.

Quando **removido** o **Jumper** o **Relé** é **totalmente desligado**. À partir daí o **Pino P17** continua com seu funcionamento sendo **Saída Digital 0-5VDC** sem funcionamento análogo com o **Relé**.

### #3: Diagrama De Portas e Pinos



**fig 3.1** - diagrama de pinos na porta paralela DB25

| DB25 (PIN) | TIPO            | DESCRIÇÃO DOS PINOS   | ANOTAÇÕES                                                                                                   |
|------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | SAÍDA 0 / 5 VDC | SAÍDA PWM (0 ATÉ 5 V) | Saída 0-5 VDC ou 0-10 VDC no pino lateral                                                                   |
| 2          | SAÍDA 0 / 5 VDC | PULSO X               | Pulso eixo X                                                                                                |
| 3          | SAÍDA 0 / 5 VDC | DIREÇÃO X             | Direção eixo X                                                                                              |
| 4          | SAÍDA 0 / 5 VDC | PULSO Y               | Pulso eixo Y                                                                                                |
| 5          | SAÍDA 0 / 5 VDC | DIREÇÃO Y             | Direção eixo Y                                                                                              |
| 6          | SAÍDA 0 / 5 VDC | PULSO Z               | Pulso eixo Z                                                                                                |
| 7          | SAÍDA 0 / 5 VDC | DIREÇÃO Z             | Direção eixo Z                                                                                              |
| 8          | SAÍDA 0 / 5 VDC | PULSO A               | Pulso eixo A                                                                                                |
| 9          | SAÍDA 0 / 5 VDC | DIREÇÃO A             | Direção eixo A                                                                                              |
| 10         | ENTRADA         | ENTRADA 1             | Entrada de Sinal 1                                                                                          |
| 11         | ENTRADA         | ENTRADA 2             | Entrada de Sinal 2                                                                                          |
| 12         | ENTRADA         | ENTRADA 3             | Entrada de Sinal 3                                                                                          |
| 13         | ENTRADA         | ENTRADA 4             | Entrada de Sinal 4                                                                                          |
| 14         | SAÍDA 0 / 5 VDC | PULSO B               | <b>Pulso Eixo B (se usando c/ 5 eixos)<br/>ou Liga/Desliga Spindle</b>                                      |
| 15         | ENTRADA         | ENTRADA 5             | Entrada de Sinal 5                                                                                          |
| 16         | SAÍDA 0 / 5 VDC | DIREÇÃO B             | <b>Direção Eixo B (se usando c/ 5 eixos)<br/>ou controla Sentido Giro do Motor</b>                          |
| 17         | SAÍDA 0 / 5 VDC | SAÍDA PI RELÉ         | <b>SEM Jumper (Saída 0-5V)<br/>COM Jumper aciona Relé no pino lateral<br/>Ex: liga/desliga refrigeração</b> |
| 18 até 25  | COMUM / GND     | COMUM / GND           | Comum                                                                                                       |

**fig 3.2** - tabela dos pinos **P1** até **P25** na Placa Interface Controladora

**\*\* - Veja que os pinos P2 até P9, P14 e P16 somados são 10 saídas que podem ser ligados até 5 eixos de **Pulso** e **Direção** cada.**

**Mais adiante veremos esquemas de ligação da placa utilizando 4 eixos: **X, Y, Z** e **A** onde temos pinos livres para ligar outras funções da máquina. Ou utilizando 5 eixos: **X, Y, Z, A** e **B**.**

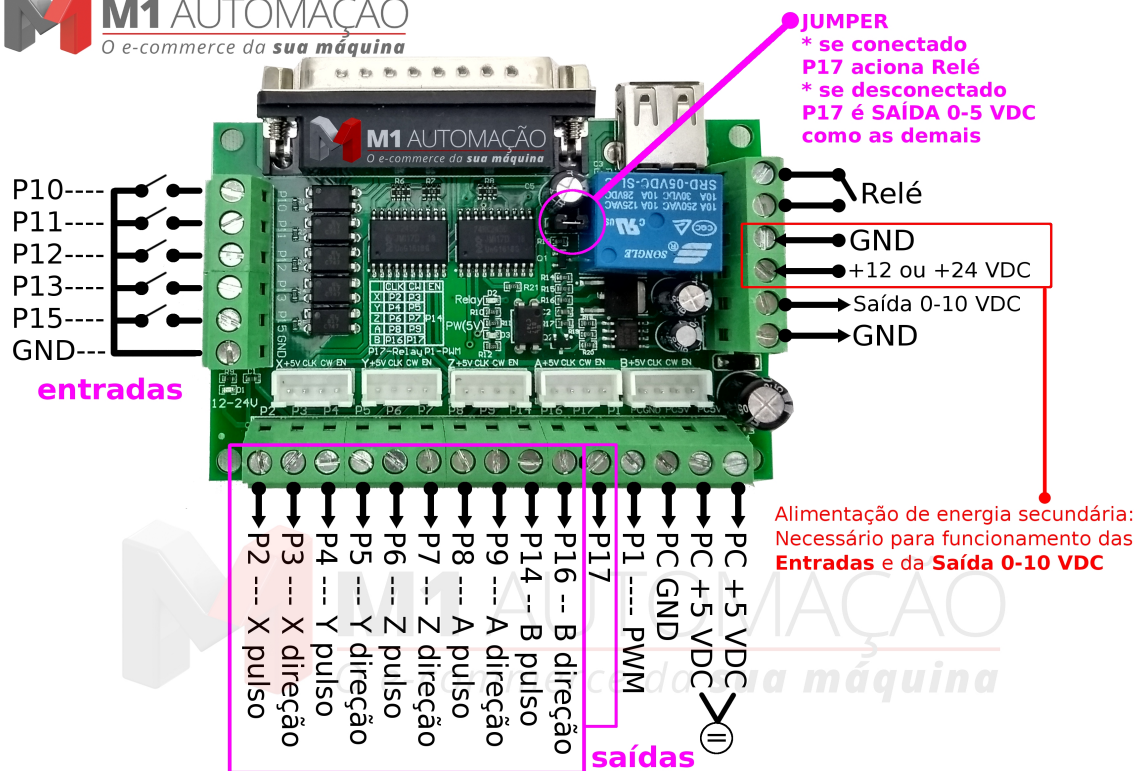


fig 3.3 - esquema de pinos da Placa Interface Controladora

\* **No terminal Lateral Esquerdo** vemos as **Entradas Digitais**.

Os sinais de entrada devem ser feitos sempre fazendo a ligação entre o pino “**Comum**” que é o **[GND]**. E um dos pinos de entrada: **P10, P11, P12, P13 e P15**.

\* **No terminal Lateral Direito** está localizado respectivamente:

- Os pinos referente aos terminais do **Relé NA** (normal aberto).
- Os pinos dos terminais de **Alimentação da Fonte Secundária**.
- Os pinos da **Saída Analógica 0-10VDC**.

\* **No terminal Inferior** estão localizados os **12 pinos** das **Saídas Digitais** da placa controladora.

- Os pinos **P2 até P9, P14, P16** totalizam **10 Saídas Digitais** que podem ser utilizadas para ligação de até **5 Drivers** de Pulso e Direção cada. Ou outras funções que serão definidas no software **Mach3** na janela **Config >> Port and Pins**.
- O pino **P1** é análogo à **Saída Analógica 0-10VDC**. Pode controlar ambos simultaneamente.

Caso deseje uma saída **PWM 0-5 VDC** você deve utilizar o pino **P1**. (Onde P1 é uma saída **0-5VDC** do tipo PWM, possui onda quadrada por definição. E a tensão “média” é entre 0 e 5V).

Caso deseje uma saída **Analógica 0-10 VDC** você deve utilizar o pino lateral da placa referente à saída analógica. (Onde esse pino da saída analógica assume tensões intermediárias entre 0 até 10V devido à utilização de um capacitor).

\* O pino **P17** é análogo ao **Relé**.

Quando removido o JUMPER da placa, o pino **P17** pode ser utilizado normalmente como saída digital **+5 VDC** como as outras de **P2** até **P9, P14 e P16**. (E o Relé deixa de funcionar)

Se conectado o JUMPER o pino **P17** passa a comandar o Relé da placa de forma análoga ao pino **P17**. Dessa forma é possível ligar/desligar o Relé. E o funcionamento do Relé fica análogo ao pino **P17**, ou seja, eles funcionarão juntos.

#### #4.0: Esquemas de Ligação com 3 ou 4 eixos: X, Y, Z, A:

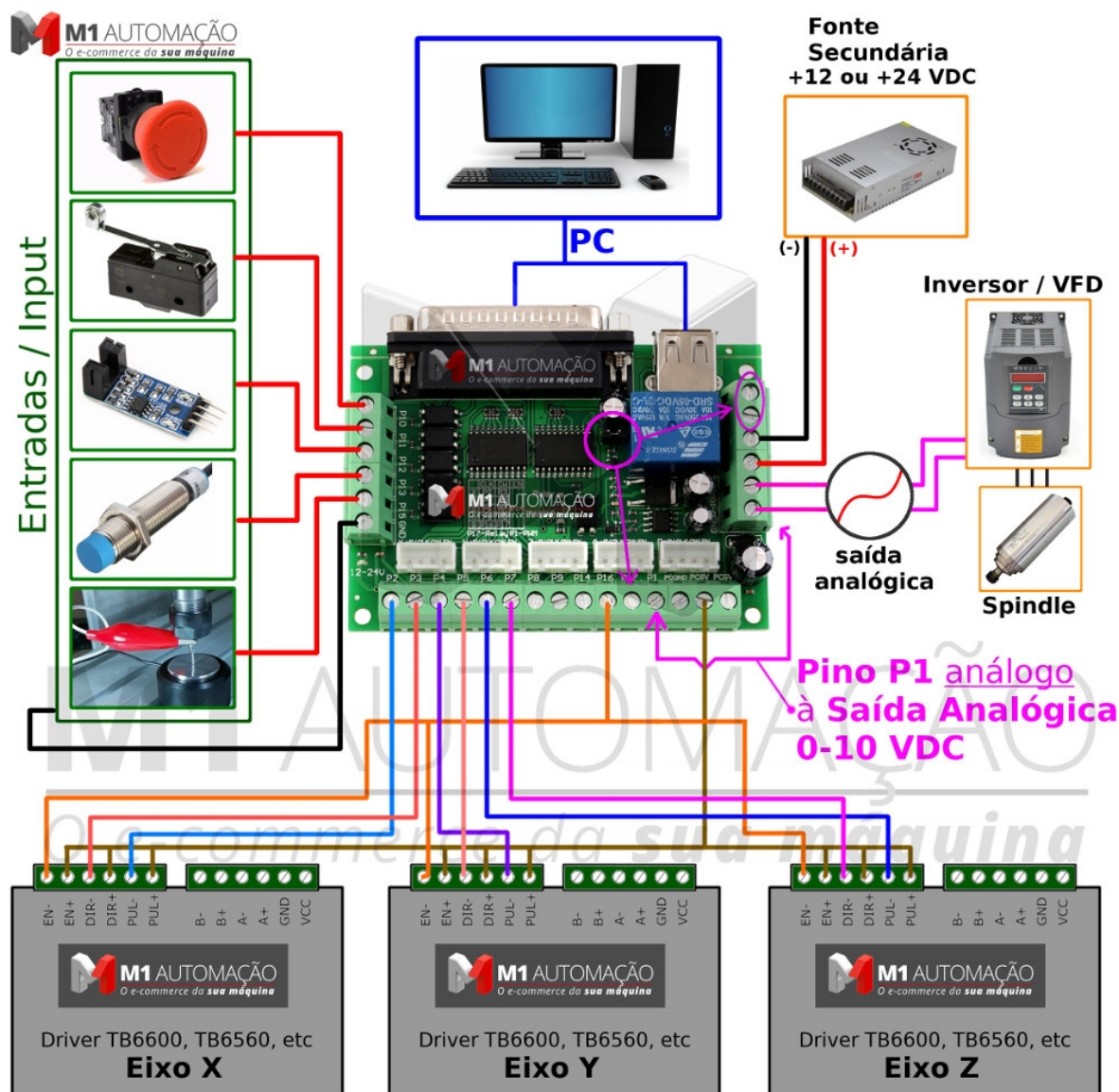


fig 4.0 – esquema de ligação dos dispositivos e componentes p/ 3 ou 4 eixos.

Esquema de ligação para 3 ou 4 eixos: **X, Y, Z, A** .

- |                                        |                                                                            |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>** P2 ----&gt;&gt; Pulso Eixo X</b> | <b>** P3 ----&gt;&gt; Direção Eixo X</b>                                   |
| <b>** P4 ----&gt;&gt; Pulso Eixo Y</b> | <b>** P5 ----&gt;&gt; Direção Eixo Y</b>                                   |
| <b>** P6 ----&gt;&gt; Pulso Eixo Z</b> | <b>** P7 ----&gt;&gt; Direção Eixo Z</b>                                   |
| <b>** P8 ----&gt;&gt; Pulso Eixo A</b> | <b>** P9 ----&gt;&gt; Direção Eixo A (o Driver "A" não está desenhado)</b> |

Até esse momento, os pinos **P14** e **P16** estarão livres. Os pinos **P14** e **P16** podem ser utilizado para ligar/desligar o Spindle. Por exemplo **Pino 14** no sentido Horário (comando **M3**) e **Pino 16** no sentido Anti-Horário (comando **M4**). Caso seja necessário pode ser utilizado um módulo Relé Externo para acionamento conforme figura 4.8. Caso esses pinos permaneçam livres, pode ser utilizado a função **[ENABLE]** dos Drivers se necessário.

(No desenho mostra o **Enable** dos **Drivers** ligados ao pino **P16** – por exemplo)

Até esse momento os pinos **P1** e **P17** eles ficarão livres. O pino **P1** tem funcionamento análogo à **Saída Analógica 0-10 VDC**, e pode ser utilizado conforme sua necessidade. O pino **P17** também tem funcionamento análogo ao **Relé**. E pode ser utilizado conforme sua necessidade.

**OBS: Sobre a função [ENABLE]**

O pino **P16**, nessa imagem ele está ligado no **ENABLE** dos Drivers. Essa ligação é meramente explicativa e não necessária.

Os Drivers de Micro-Passo geralmente tem um pino de entrada chamado **ENA** ou **ENABLE**. E este pino é usado para a função de **LIGAR/DESLIGAR** o Driver.

Como a maioria dos Drivers tem funcionamento invertido, quando você **liga** o Enable, o driver **DESLIGA**. Sendo assim é comum deixar os pinos **Enable** sem conexão.

PS: A função **Enable** pode ser utilizada para o próprio software **Mach3** desligar o driver se necessário. Aqui vão alguns casos específicos:

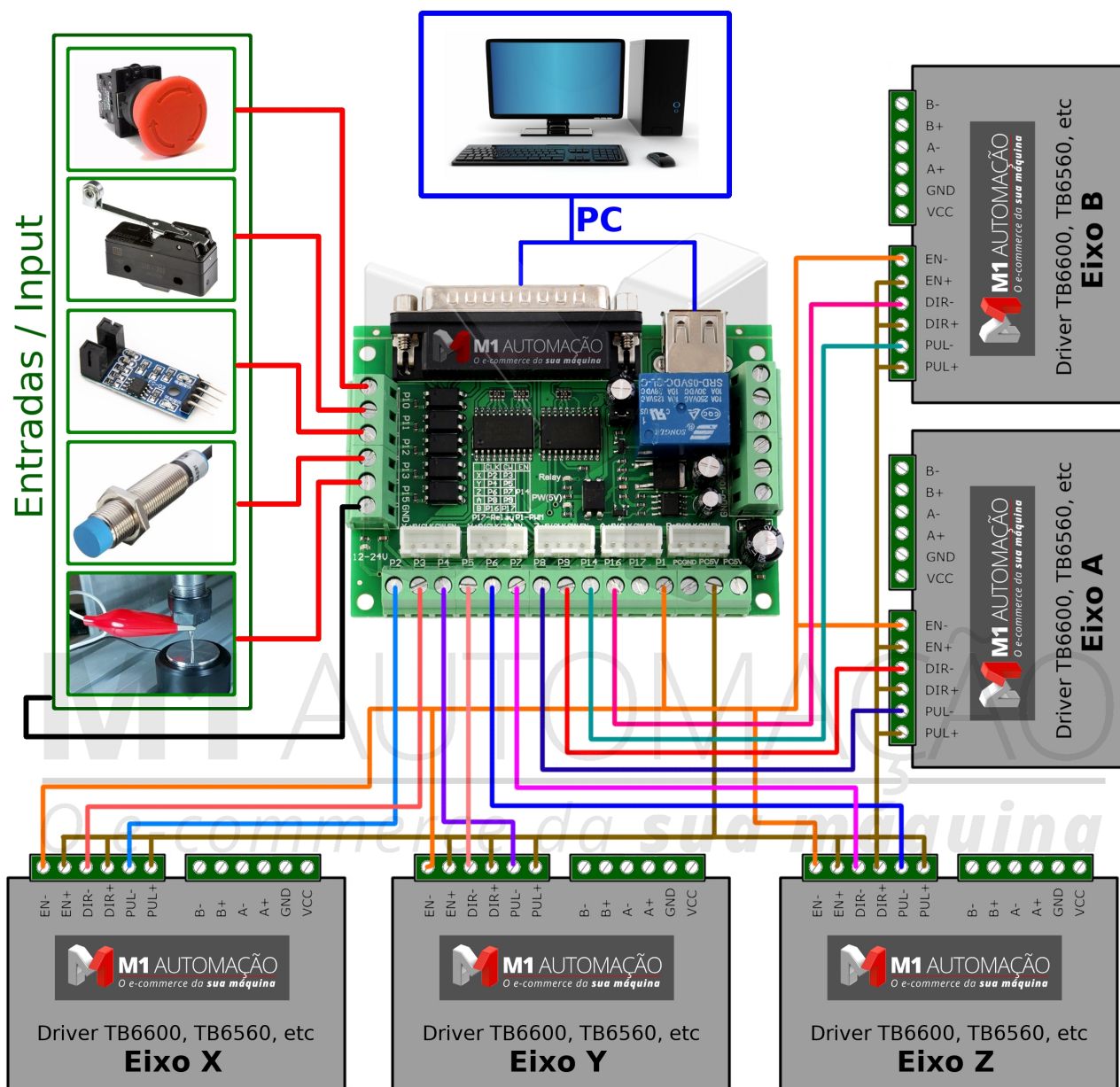
- \* Ao pressionar o botão **RESET** no Mach3 os motores fiquem soltos e sem carga.
- \* Caso seja necessário desligar um eixo da máquina com objetivo de acionamento manual.
- \* Algum equipamento atenda ao requisito da Norma *NR12 em que* os motores devem ficar livres e soltos em caso de parada de emergência sem risco de esmagamento à mão do operador.

Para configurar o **Enable** através do botão **[RESET]** do Mach3, deve ser habilitado a saída em:

**Config >> Port and Pins >> Output Signal >>** na Linha **Enable#1** configurada c/ o pino.

**\*\*\*- É comum deixar os pinos [EN+] e [EN-] sem ligação ou desligados. Como na maioria dos casos não é necessário desligar os drivers via software essa função não é utilizada. Outra opção para desligar os Drivers em caso de Emergência, eles podem ser desligados da alimentação principal simplesmente cortando a energia elétrica principal através de um Bloco no Botão de Emergência.**

#### #4.1: Esquemas de Ligação com 5 eixos: X, Y, Z, A e B:



**fig 4.1** - esquema de ligação dos dispositivos e componentes p/ 5 eixos.

Esquema de ligação para 5 eixos: **X, Y, Z, A e B.**

- |                                        |                                          |
|----------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>** P2 ----&gt;&gt; Pulso Eixo X</b> | <b>** P3 ----&gt;&gt; Direção Eixo X</b> |
| <b>** P4 ----&gt;&gt; Pulso Eixo Y</b> | <b>** P5 ----&gt;&gt; Direção Eixo Y</b> |
| <b>** P6 ----&gt;&gt; Pulso Eixo Z</b> | <b>** P7 ----&gt;&gt; Direção Eixo Z</b> |
| <b>** P8 ----&gt;&gt; Pulso Eixo A</b> | <b>** P9 ----&gt;&gt; Direção Eixo A</b> |
| <b>** P14 --&gt;&gt; Pulso Eixo B</b>  | <b>** P16 --&gt;&gt; Direção Eixo B</b>  |

**\* P17 ---** O pino 17 pode ser utilizado como saída **+5 VDC** de sinal para controlar algum dispositivo periférico (REMOVER O JUMPER NESSE CASO). Ou pode acionar um Relé com saída isolada sem energia elétrica (MANTER O JUMPER conforme **figura 3.3**).

...

Através desse Relé você pode interligar um sinal entre os comandos **COMUM** e **FOR** do inversor de frequência para ligar e desligar o Spindle. Ou pode passar um fio Fase<sup>3</sup> energizado com 127 VAC ou 220 VAC para ligar diretamente um motor elétrico, chave contatora ou qualquer outro dispositivo que deve ser conectado diretamente na rede elétrica.

Nessa configuração o pino **P17** será Sinal para Ligar / Desligar Spindle (comando **M3 Liga** / **M5 Desliga**)

*(PS: O sinal da placa interface **para** o inversor de frequência acionar o spindle pode ser isolado de corrente elétrica. Por isso deve ser ligado através do Relé da placa. Utilizando o **Jumper** e pino **P17**.)*

\* **P1** --- O pino 1 pode ser utilizado como saída **+5 VDC** de sinal para controlar algum dispositivo periférico. Ou pode funcionar a função **PWM** no pino P1 junto com a função saída analógica no pino lateral da placa. Como o funcionamento da saída analógica 0-10V é análoga ao pino P1, ou seja, a tensão de saída na saída analógica 0-10V utiliza o pino P1 como base referência, ao utilizar a saída analógica 0-10V automaticamente o pino P1 não pode ser usado para outra função.

**Dessa forma, ao utiliza a interface placa controladora com 5 eixos: X, Y, Z, A e B:** Você só terá os pinos **P17** e **P1** “livres”. Caso deseje utilizar:

\* Pino **P17** como acionamento do Relé (placa com Jumper)

\* Pino **P1** como saída Analógica 0-10V (análoga à PWM)

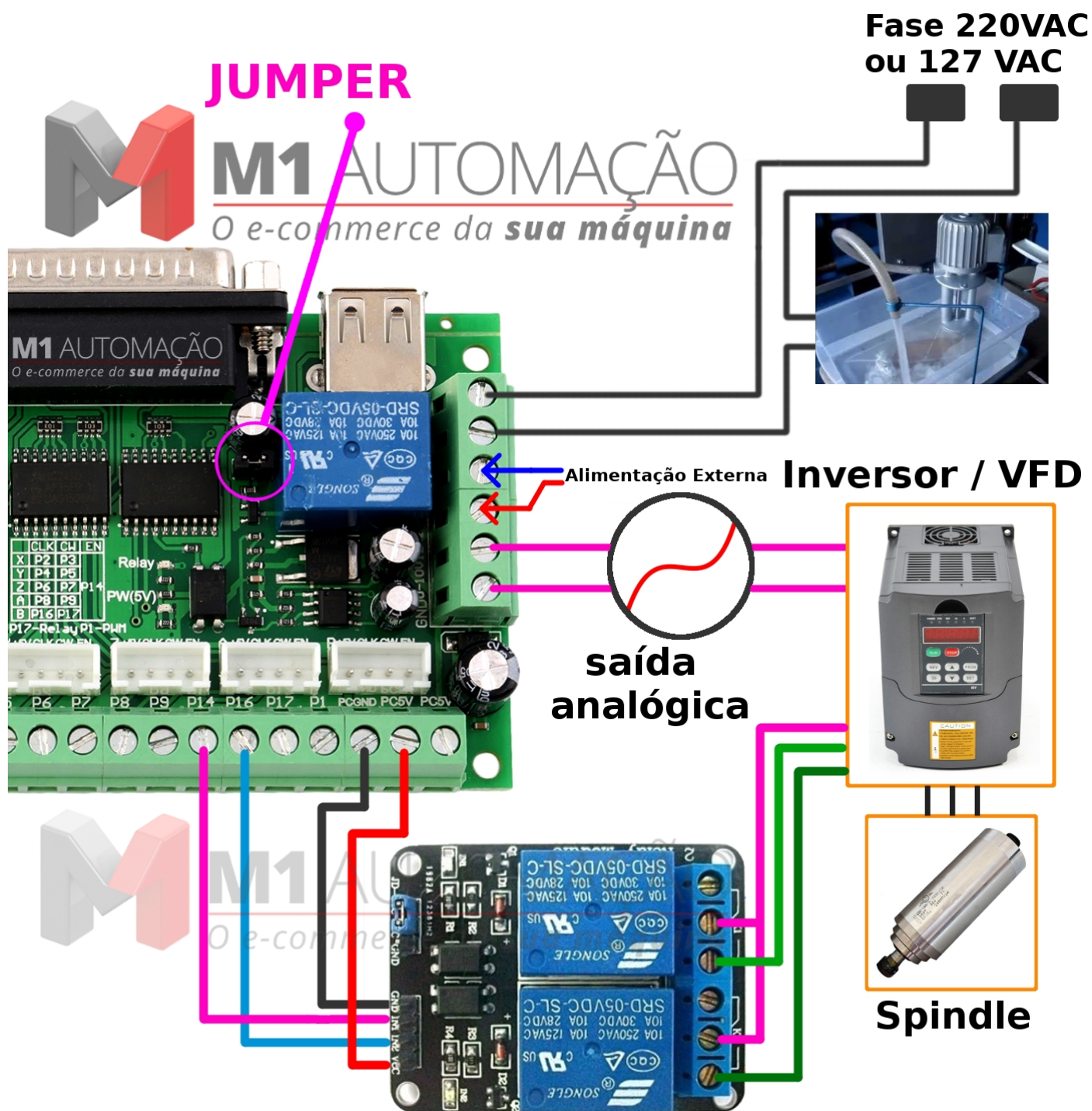
you **não** vai poder utilizar a função **[ENABLE]** dos Drivers pois não haverá pino disponível. (Como dissemos anteriormente, a função **Enable** pode ou não ser utilizada. E caso não seja possível ligar ela através da placa controladora podemos simplesmente cortar a energia do Driver em modo de Emergência).

Para utilizar a função **[ENABLE]** você terá que abrir mão de algum pino da placa... seja o pino **P17** (relé), seja o pino **P1** (saída analógica), ou algum outro pino do Driver. Um *truque* aqui seria utilizar por exemplo o pino **P9** por exemplo... o eixo **B** deixaria de ter controle de sentido de rotação do giro do motor. Caso esse eixo seja empregado por exemplo na torre de um porta-ferramentas, ou num magazine porta ferramentas, **seria viável utilizar a máquina ou equipamento com essa torre ou magazine porta-ferramentas girando em um único sentido!**

<sup>\*3-</sup> Fio **Fase** são fios de corrente alternada obtidos diretamente da rede elétrica, usualmente com 127 ou 220 Volts.

#### #4.2: Esquema de Ligação com 4 eixos: X, Y, Z e A c/ Relé Externo nos Pinos 14 e 16:

Caso a máquina utilize até 4 eixos: **X, Y, Z e A** – os pinos **P14** e **P16** podem ser utilizados para outras funções, conforme diagrama a seguir.



**Fig 4.2** – esquema de ligação para 4 eixos: **X, Y, Z e A**. Pinos **P14** e **P16** acionam o Spindle.  
**PS:** na imagem não está representado a fonte secundária de alimentação que deve estar presente.

Pinos **P14** e **P16** acionam o eixo spindle através de um sinal pro inversor de frequência. Veja que nesse caso é necessário utilizar um Módulo Relé 5V de Arduino externo para enviar um sinal isolado (sem energia elétrica) para o inversor de frequência.

Esquema de ligação para 4 eixos: **X, Y, Z e A.**

**\*\* P2 ---->> Pulso Eixo X      \*\* P3 ---->> Direção Eixo X**

**\*\* P4 ---->> Pulso Eixo Y      \*\* P5 ---->> Direção Eixo Y**

**\*\* P6 ---->> Pulso Eixo Z      \*\* P7 ---->> Direção Eixo Z**

**\*\* P8 ---->> Pulso Eixo A      \*\* P9 ---->> Direção Eixo A**

**\* P14 ---** Sinal para Ligar / Desligar Spindle (*comando **M3** Liga sentido horário / **M5** Desliga*)

**\* P16 ---** Sinal para Ligar / Desligar Spindle (*comando **M4** Liga Anti-Horário / **M5** Desliga*)

**\* P17 ---** *Aciona o relé interno da placa interface (JUMPER conforme figura 3.4). Através desse Relé você pode passar um fio **Fase<sup>3</sup>** energizado com 127 VAC ou 220 VAC para ligar diretamente um motor elétrico, bomba de refrigeração, chave contatora ou qualquer outro dispositivo que deve ser conectado diretamente na rede elétrica.*

*Se o pino **P17** estiver configurado como refrigeração por exemplo, você poderá utilizar o comando **M7** para ligar a refrigeração e **M9** para desligar.*

Inversores de frequência quando conectados à rede elétrica permanecem **ligados**, porém o Spindle (ou eixo árvore da máquina) fica em *Stand-By* aguardando um sinal do operador ou do computador para iniciar o movimento. Esse sinal pode ser configurado em qualquer pino de **Saída** do Mach3 - *exemplo: Pino14 ou Pino16 (ou qualquer outro).*

Para fazer a reversão do motor será necessário configurar no Mach3 um pino para o giro no sentido **Horário** - comando **M3** - e outro pino para o giro no sentido **Anti-Horário** - comando **M4** - *exemplo: Pino 14 Sentido Horário --- Pino 16 Sentido Anti-Horário.*

*Vale lembrar que os inversores de frequência necessitam de uma pré-configuração para receber esses sinais de controle - liga/desliga e sentido de giro.*

***Caso não necessite de reversão no spindle ou no motor, você pode configurar um único sentido de giro utilizando somente 1 pino. E o pino não utilizado para outra determinada função.***

## #5.0: Entradas de Sinal:

O **terminal Lateral Esquerdo** totaliza 6 pinos de entradas, sendo:

\* **[5] entradas digitais** (ou *Inputs*), são eles: **P10 // P11 // P12 // P13 // P15**;

\* **[1] pino GND** (*Ground*) que deve ser usado como “Comum”.

Através dessas entradas você pode interligar na máquina dispositivos e equipamentos a fim de enviar sinais para a placa interface que serão interpretados pelo Mach3.

Os sinais de entrada são enviados por algum sensor, botão, chave ou dispositivo que quando **ativado**, enviam sinal para o software de controle.

Esses sensores podem ser de contato mecânico tipo *micro-switch* ou *chave-mecânica*, do tipo eletromagnético, tipo indutivo (proximidade), e também sensores ópticos ou *infra-vermelho*.

E são caracterizados de 2 formas:

### #5.1: Sensores sem alimentação de energia: (\*ver fig 4.5)

Os sensores mecânicos geralmente não necessitam de alimentação de energia. São os mais fáceis de ligar, bastando fazer uma “*ponte*” entre os pinos: **[GND]** e **P10, P11, P12, P13 e P15**.

A *ligação* desses sensores deve ser feita sempre utilizando o pino **[GND]** e um **Input**.

### #5.2: Sensores com alimentação de energia: (\*ver fig 4.5)

Sensores eletromagnético, indutivo (proximidade), e também sensores ópticos ou *infra-vermelho* geralmente necessitam de alimentação de energia. Esse tipo de sensor precisa ser ligado à uma fonte de energia para funcionar. Geralmente são do tipo de 3 fios com ligação **NPN** ou **PNP**.

**Essa placa suporta somente sensores do tipo NPN de 3 fios.**

**A fonte de alimentação secundária (ver fig. 2.0) - para funcionamento das Entradas e Saídas - deve ser escolhida em função dos sensores e chaves que serão utilizados junto com a placa interface.**

**Sensores para Arduino trabalham com tensão de +5VDC, enquanto que outros sensores podem utilizar tensão de +12VDC ou +24VDC. Para ligação de um sensor +5 VDC você ser utilizado um resistor em série com o objetivo de derrubar a tensão.**

## ATENÇÃO:

1: Não confundir sensores mecânicos tipo *micro-switch* de 3 pinos - **NA** e **NF** - com sensor de 3 fios que precisa de energia para funcionar.

2: Não confundir sensor “**NA - Normal Aberto**” e “**NF - Normal Fechado**” com sensor **NPN** e **PNP**.

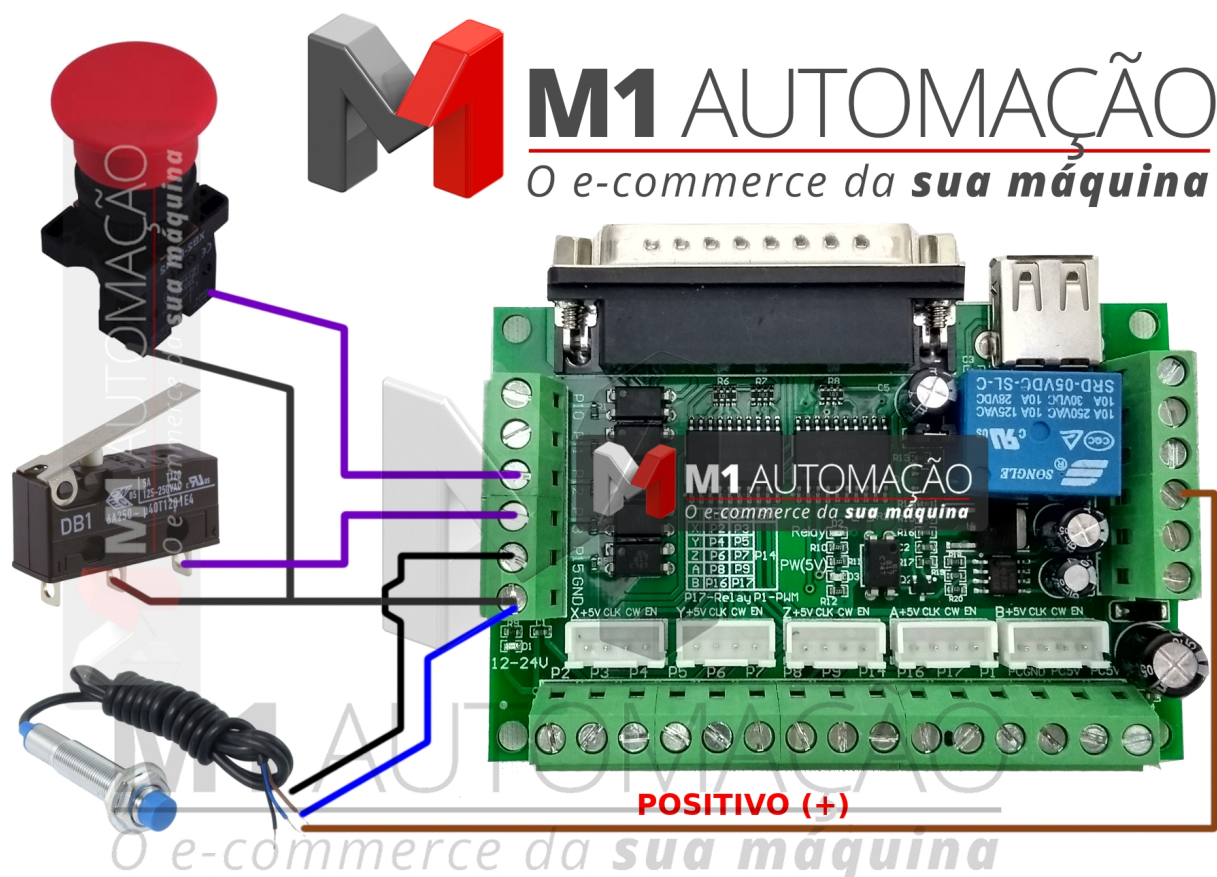
*\*4 - “**NA**” e “**NF**” são a abreviação respectivamente de **Normal Aberto** e **Normal Fechado**. E referem-se ao tipo de contato de um sensor, chave ou dispositivo que ele envia no seu estado **Inicial**.*

*Em Inglês usa **NO** (Normal Open = Normal Aberto) e **NC** (Normal Closed = Normal Fechado)*

*Um sensor **Normal Aberto** possui contato **Aberto** inicialmente, e se torna **Fechado** quanto ativo.*

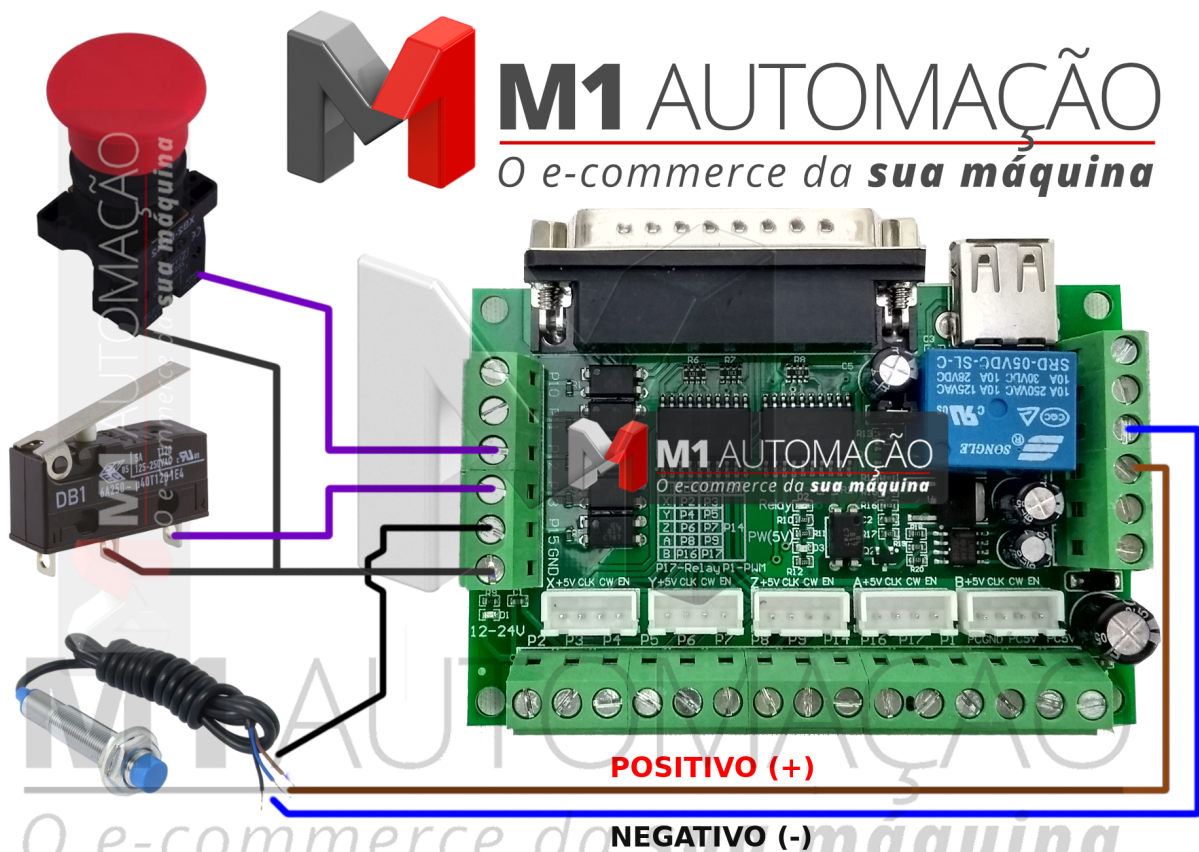
*Um sensor **Normal Fechado** possui contato **Fechado** inicialmente, e se torna **Aberto** quanto ativo.*

*\*5- “**NPN**” e “**PNP**” refere-se ao tipo de sinal de saída do sensor. Sensor **NPN** possui sinal de saída **negativo**. Enquanto que sensor **PNP** possui sinal de saída **positivo**.*



O "**Marrom**" (POSITIVO)  
deve ser ligado à fonte de alimentação secundária da placa.

**fig 5.0** - esquema de ligação de um sensor mecânico tipo **Botão de Emergência**, sensor mecânico tipo micro-switch e sensor de proximidade tipo sensor indutivo. Onde o sensor indutivo está alimentado apenas com o terminal **[POSITIVO]** na fonte.



Os cabos "**Marrom**" (POSITIVO) e "**Azul**" (NEGATIVO) devem ser ligados à fonte secundária de alimentação da placa.

**fig 5.1** - esquema de ligação de um sensor mecânico tipo **Botão de Emergência**, sensor mecânico tipo micro-switch e sensor de proximidade tipo sensor indutivo. Onde o sensor indutivo está alimentado com o terminal **[POSITIVO]** e **[NEGATIVO]** na fonte.

Sensores mecânico tipo Botão de Emergência e micro-switchs (primeiro e segundo dispositivo da fig 6.0) são do tipo simples, não necessitam de alimentação externa e portanto devem ser ligados fazendo uma "ponte" entre o pino **[GND]** e qualquer pino do **P10 ao P15**. Repare que essa placa tem disponível **5 pinos de Entrada**. (No exemplo acima foi ligado nos P12 e P13).

Para ligar um sensor que requer alimentação externa (terceiro dispositivo da fig 5.0 - sensor indutivo), você deve utilizar a **fonte secundária** como fonte de alimentação (ver **fig. 2.0**). O terceiro fio do sensor (fio de signal) deve ser ligado em um pino de entrada à sua escolha: **P10 até P15**. (No exemplo acima foi ligado no P15).

Sendo: **Marrom** >> (Fonte +) // **Azul** >> (Fonte -) // **Preto** >> **P15**

Consulte o datasheet do seu sensor para confirmar as cores.

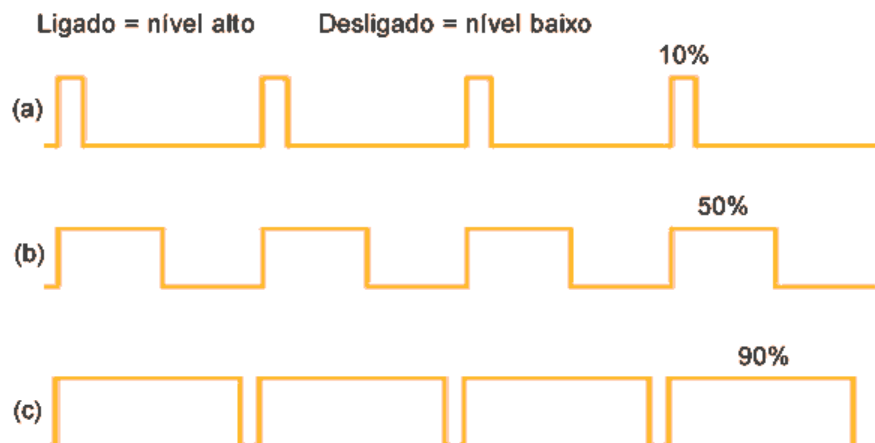
**ATENÇÃO:** Deve ser utilizado uma fonte de alimentação secundária compatível com os sensores e dispositivos periféricos que serão interligados na placa interface controladora. Por exemplo na imagem acima o sensor Indutivo (de proximidade), possui tensão de trabalho de **6 até 36VDC**. Portanto seria possível utilizar uma fonte secundária de **+12 VDC** ou de **+24 VDC**.

## #7.0: Saída PWM / Saída Analógica

A Saída PWM<sup>4</sup> da placa está no pino **P1**.

A saída **P1** é do tipo Digital e permite tensões de 0 ou +5V que é fornecida pela porta USB +5VDC.

Quando utilizando a placa interface com a Fonte Secundária instalada, um circuito interno converte esse sinal PWM do pino **P1** numa tensão Analógica fornecida pelos terminais laterais da placa. (**ver figura 2.0**) – Esse sinal analógico pode ser utilizado para controlar a potência ou intensidade de um dispositivo externo.

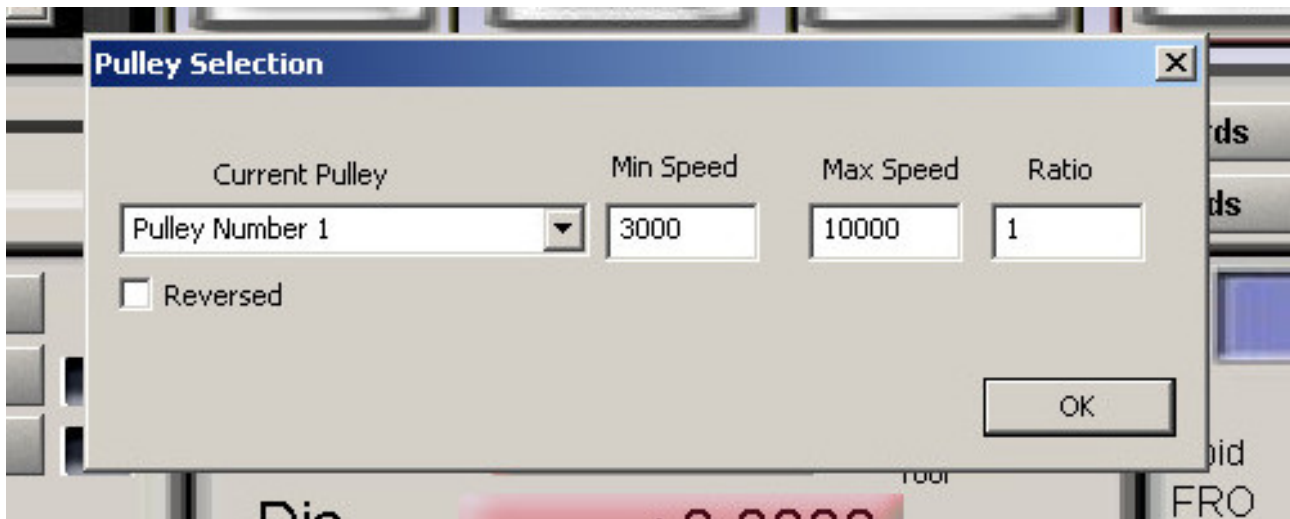


**fig 7.0** – esquema de funcionamento de uma onda quadrada utilizando PWM com intensidade 10%, 50% e 90%.

**P1** --- Sinal PWM, é a porta que admite tensões intermediárias entre 0 e +5 VDC. Quando conectado a fonte secundária, você tem uma porta analógica<sup>5</sup> **lateral** com 0-10 VDC. Através dessa porta lateral você pode controlar a intensidade / rotação de um dispositivo externo por exemplo um Spindle através de inversor de frequência. O pino1 e a saída lateral analógica 0-10V são dependentes uma da outra.

<sup>\*4</sup> - Pull-Width-Modulation em tradução livre é: **Controle de Largura de Pulso**. É uma técnica utilizada em portas digitais (que só suportam sinais do tipo nível baixo [ZERO VOLTS] ou do tipo nível alto [+5 VOLTS]) para obter tensões intermediárias que **não** seriam obtidas por padrão nesse tipo de porta, que só envia sinais do tipo onda **Quadrada**. Através do Controle de Largura de Pulso, a porta pulsa uma frequência determinada em um intervalo específico, fazendo uma aproximação para tensões intermediárias.

<sup>\*5</sup>- Saída Analógica é uma saída que admite tensões intermediárias entre 0 até +10 VDC. Através dessas tensões o inversor de frequência consegue regular o RPM do spindle em função da tensão que recebe da placa. Exemplo: 0 Volts corresponde à 0 RPM (parado). 10 volts corresponde à 24.000 RPM. Dessa forma ao receber uma tensão de 3 Volts a rotação correspondente é 7200 RPM. 5 Volts = 12000 RPM.



**Fig 7.1** – Config >> Spindle Pulley

Nessa janela é feita a Calibração do pino referente ao pino **PWM** ou **Saída Analógica 0-10 VDC**.

Os campos **[Min Speed]** e **[Max Speed]** servem de parâmetro pro Mach3 calcular as tensões da saída analógica referente à cada faixa de RPM.

Nesse exemplo específico os comandos:

\* **S10000** faz o Mach3 enviar a tensão máxima (**+10 VDC**) na porta analógica.

Enquanto que o comando:

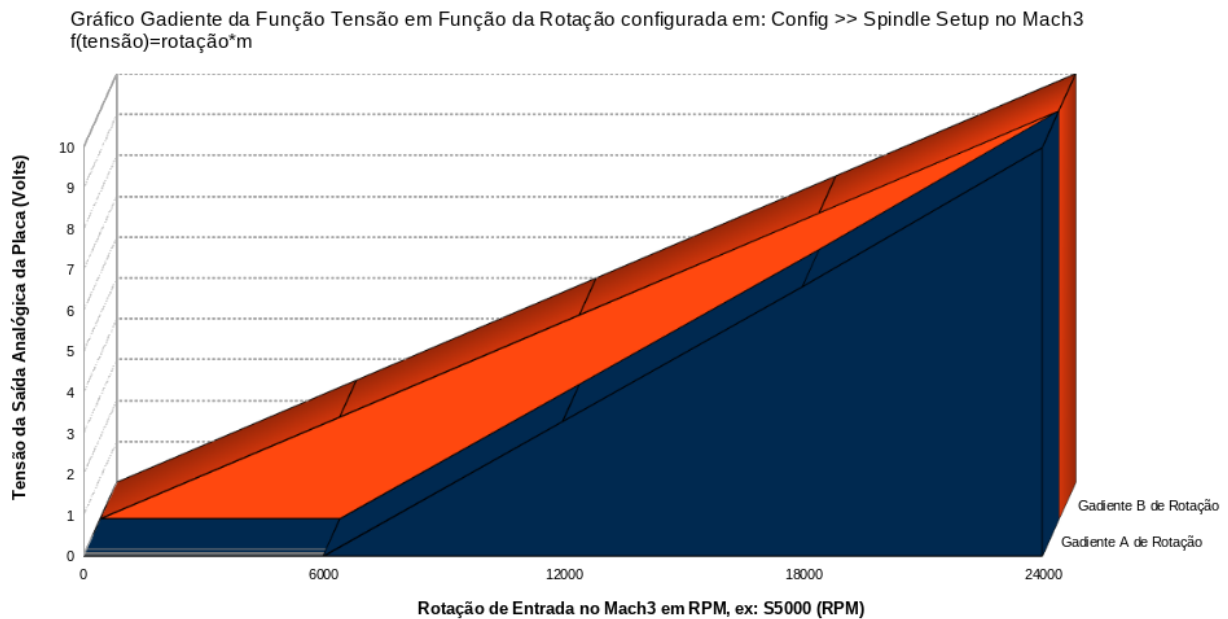
\* **S3000** faz o Mach3 enviar a tensão mínima (**+0 VDC**) na porta analógica.

*Esses valores servem de parâmetro pro gradiente de tensão para cálculo de potência ou intensidade dessa saída.*

**O campo [Ratio] deve ser utilizado como base de cálculo do RPM quando temos um sensor de RPM instalado no eixo árvore.**

**Para utilizar um sensor de RPM devemos habilitá-lo como **INDEX** na aba: Config >> Port and Pins >> Input - e configurar seu respectivo pino. (ver figura 9.1.7)**

**No campo [Ratio] devemos colocar o valor respectivo à QUANTOS PULSOS O MACH3 RECEBE À CADA VOLTA COMPLETA DO EIXO ÁRVORE.**



**Fig 7.2 - Gráfico Função  $f(\text{tensão}) = \text{rotação} \cdot m$**

\* Gradiente A de Rotação (em **Azul**):

Mín Speed=6000 // Max Speed=24000

\* Gradiente B de Rotação (em **Laranja**):

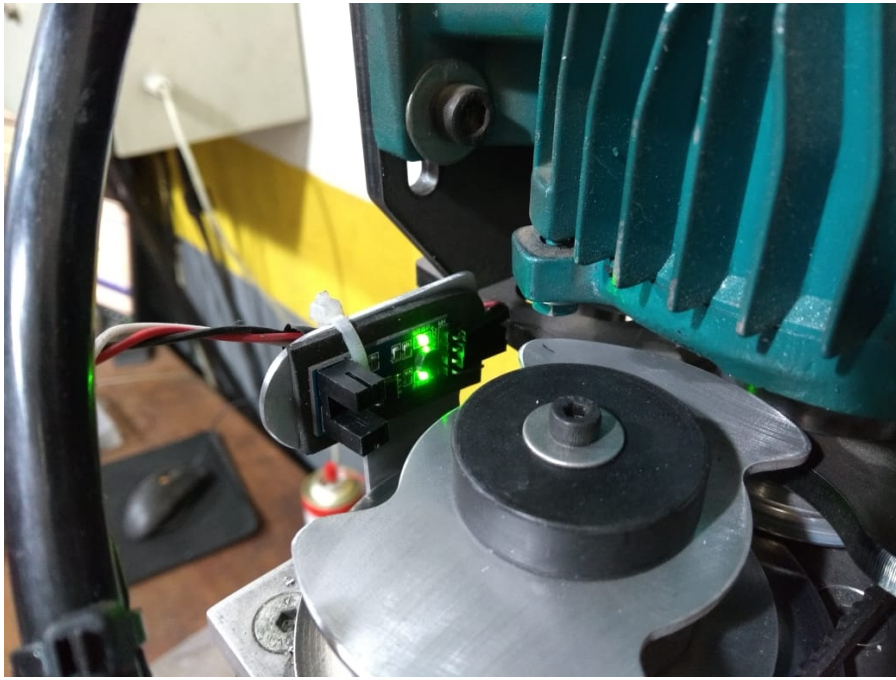
Mín Speed=0 // Max Speed=24000

Através dessa configuração você configura a **Tensão de Saída** da Saída Analógica 0-10VDC em função da **Rotação Digitada (ex: S5000)**.

Repare que o gráfico Azul possui um ganho mais acentuado que o gráfico Laranja, ele é mais inclinado.

#### Atenção:

Essa configuração da Rotação não deve ser utilizada com objetivo de limitar a rotação mínima e máxima do Spindle. Ela deve ser utilizada primeiramente com objetivo de corrigir o ganho e manter a linearidade na Rotação do Spindle em relação à digitada no Mach3.



**fig 7.3** – exemplo de um sensor do tipo óptico  
modelo F-249 instalado num eixo árvore.

Nesse exemplo acima o sensor está instalado diretamente no eixo árvore da máquina.  
Portanto à cada volta completa do eixo árvore o sensor recebe 2 pulsos.  
*Dessa forma no campo **[RATIO]** deve ser colocado o valor **[2] DOIS**.*

## #9: Configurando o Mach3

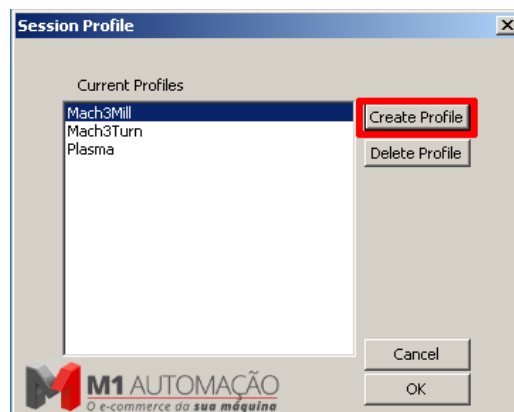


fig 9.1.1 – Abra o Mach3 e clique em: **[CREATE PROFILE]**

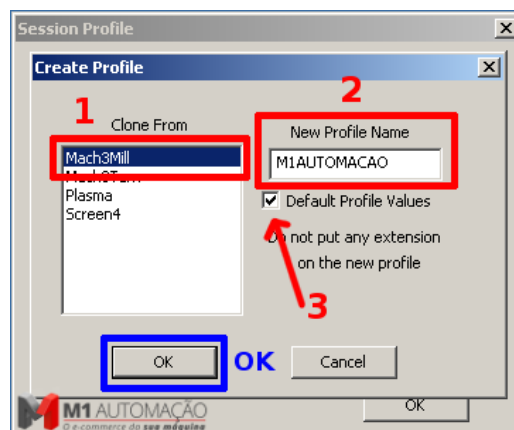


fig 9.1.2 - janela de criação de *Perfil*

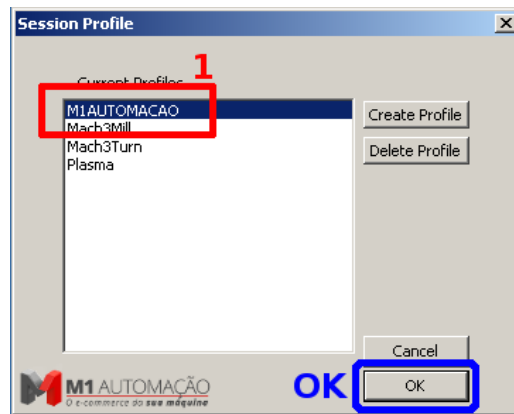
#1: Selecione o perfil **[Mach3Mill]** caso esteja configurando uma **Router** ou uma **Fresadora**

Selecione o perfil **[Mach3Turn]** caso esteja configurando um **Torno**.

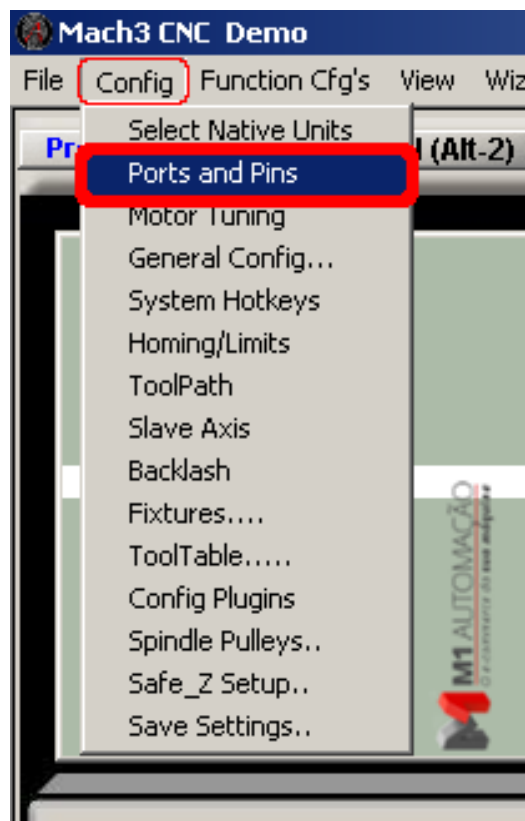
#2: Selecione um nome para o perfil da sua máquina.

#3: Ative o campo: **[Default Profile Values]**.

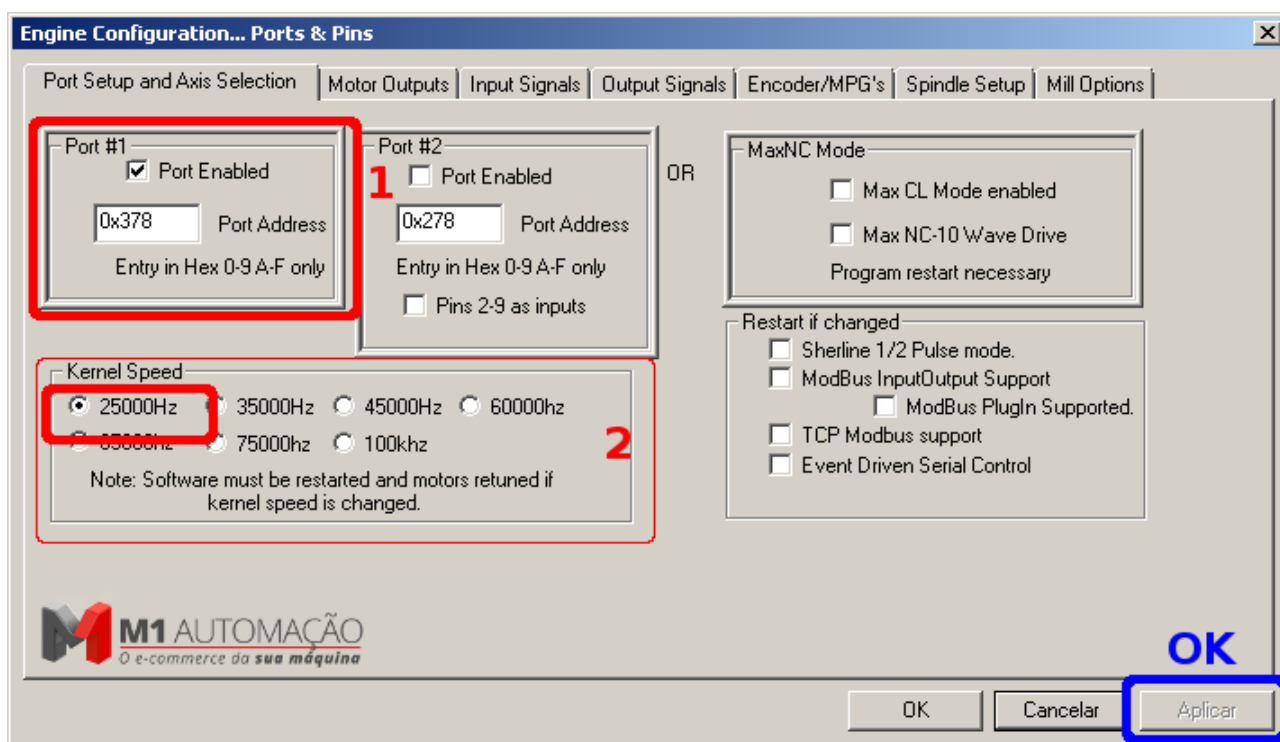
**Dê [OK!]**



**fig 9.1.3** – Selecione o seu perfil criado anteriormente  
**Dê [OK!]**



**fig 9.1.4** – clique no painel de configuração:  
**[Config] >> [Ports and Pins]**

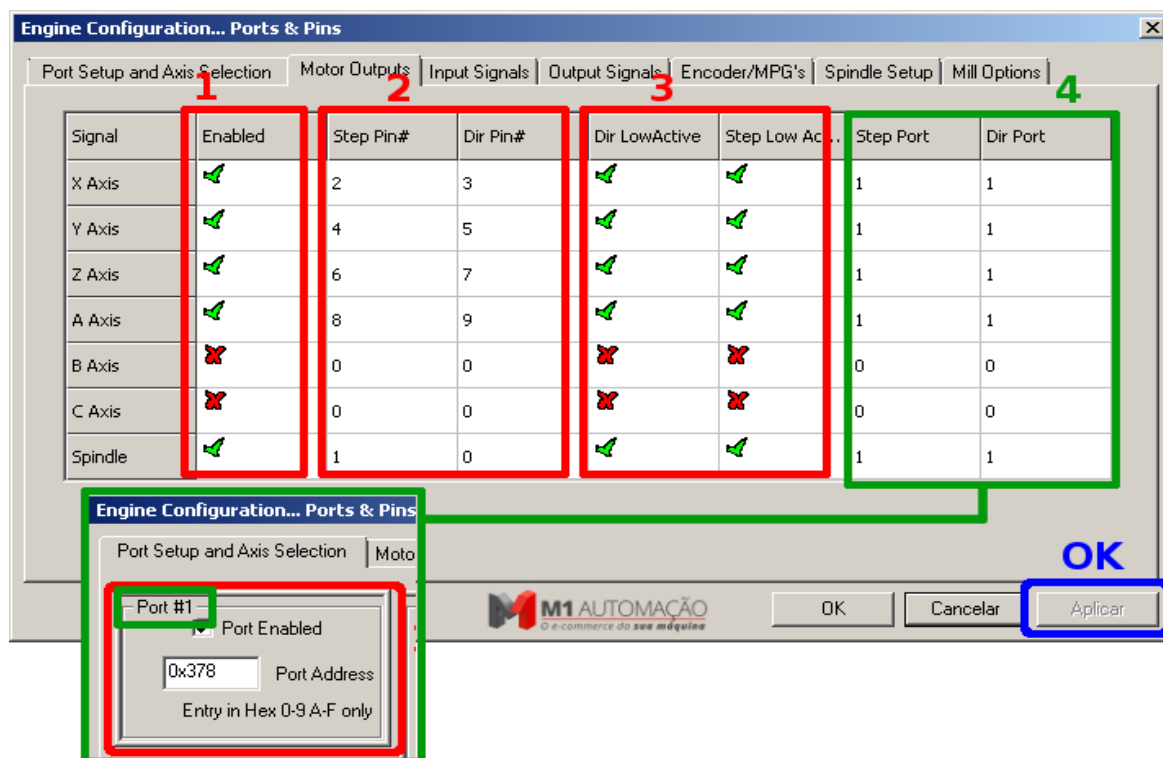


**fig 9.1.5** - Config >> Port and Pins >>> Port Setup and Axis Selection

**#1:** Confirme se a porta **[Port #1]** está HABILITADA. Não altere o endereço da porta.

**#2:** Confirme se a velocidade **[Kernel Speed]** está em [25 000 Hz]. De início mantenha essa velocidade que é compatível para a maioria dos equipamentos. Não altere essa configuração se não tiver certeza do que está fazendo. *Velocidades baixas tornam o computador mais estável.*

**[APLICAR!!!!]**



**fig 9.1.6 A** - Config >> Port and Pins >>> Motor Outputs

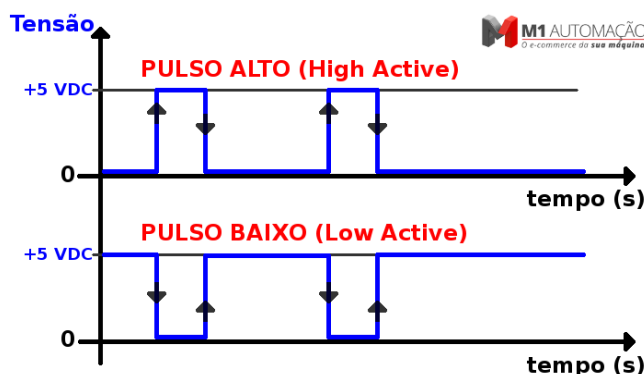
**#1:** Habilita ou Desabilita os eixos. Nesse caso está habilitado 4 eixos: **X, Y, Z e A**.

**#2:** **Configuração de Pinos referente aos eixos.** **PS: Pino1 no [Spindle] refere-se ao PWM.**

**#3A: [DirLowActive]** inverte o sentido de giro do motor. Se sua máquina estiver com o movimento do eixo [X] invertido, por exemplo: *movimento pra direita está NEGATIVO e você deseja tornar POSITIVO*, inverta esse campo. *(não confunda o sentido de movimento dos motores com as "setinhas" do teclado para movimentar a máquina - veja o sentido de movimento se o valor está indo pro POSITIVO ou NEGATIVO)*

*As setinhas do teclado devem ser configuradas os **Atalhos de Teclado** ou **Hotkeys** no menu: Config >> HotKeys*

**#3B: [StepLowActive]** os pulsos do Driver do motor devem ser do tipo: Pulso Baixo. **(A MAIORIA DOS DRIVERS UTILIZAM ESSA CONFIGURAÇÃO - confirme no datasheet do driver)**

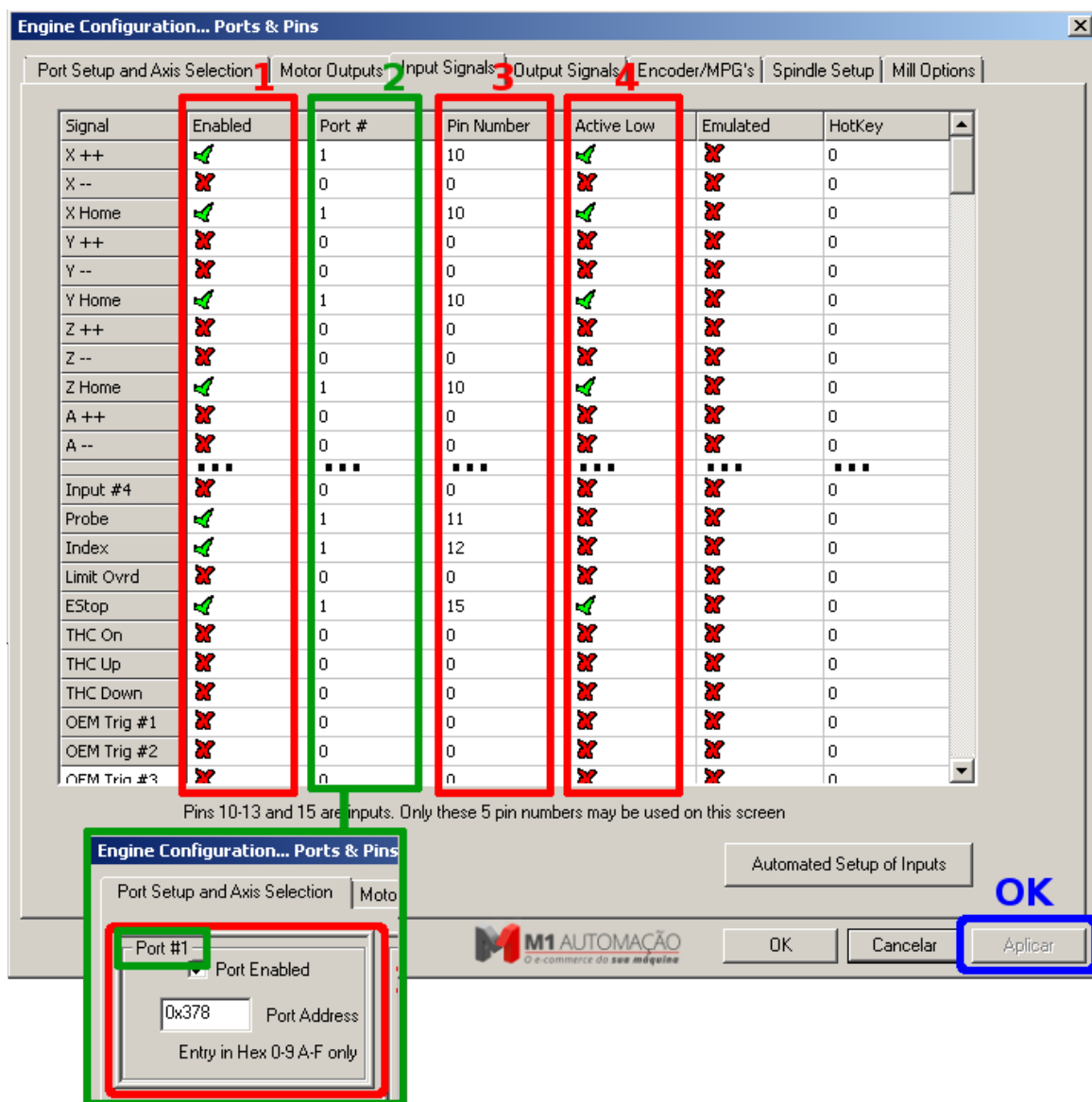


**fig 9.1.6 B** - Pulso Alto x Pulso Baixo (Low Active)

**#4:** Especifica a porta da placa interface. **Sempre<sup>4</sup>** será [1].

**[APLICAR!!!]**

<sup>4</sup> - Caso você tenha 2 placas interface paralela no mesmo computador, você poderá habilitar a segunda placa, e nesse caso você deverá colocar a porta referente a placa desejada: [1] ou [2].



**fig 9.1.7** - Config >> Port and Pins >>> Input Signal

**#1:** Habilita ou Desabilita as **Entradas** ou *Input*.

**[X++]** é referente ao fim-de-curso do movimento X POSITIVO. E **[X--]** é referente ao fim-de-curso do movimento X NEGATIVO. Para os eixos **[Y]**, **[Z]**, **[A]** a mesma lógica.

Como temos um limite de 5 entradas somente (utilizando uma única placa interface Paralela), optamos por ligar todos sensores fim-de-curso juntos para poupar as entradas. A máquina continuará 100% funcional, uma vez que **qualquer** sensor que a máquina esbarrar vai interromper o Mach3 imediatamente.

**Para mais detalhes sobre os sensores fim-de-curso ver figura 10.2 e figura 10.3**

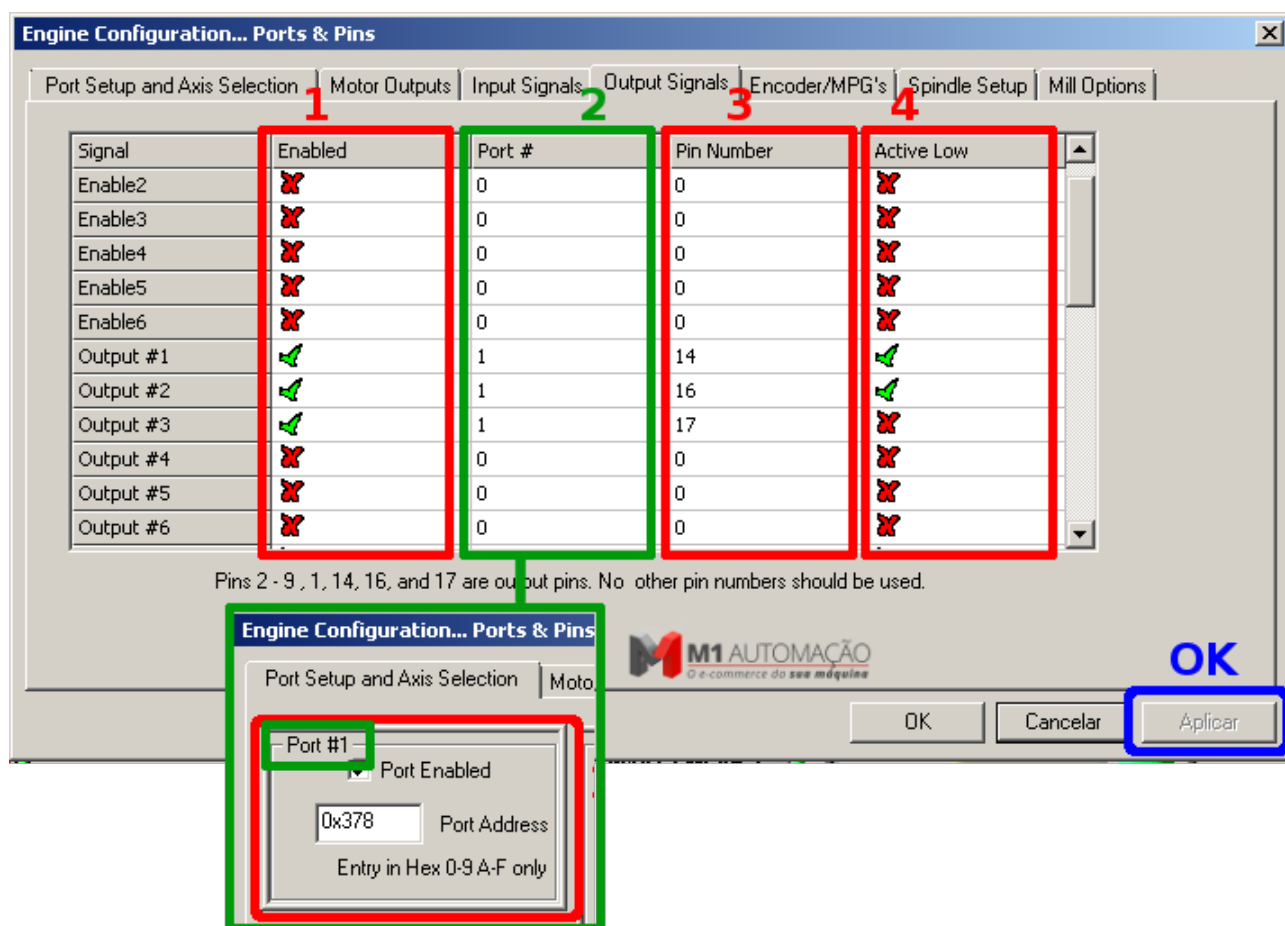
**#2:** Especifica a porta da placa interface.

**#3:** Configuração de **Pinos** referente à cada Entrada.

**#4:** Especifica se o **Sinal** ou **Pulso** de Entrada é do tipo *Alto* ou *Baixo*. **(ver figura 9.1.6 B)**

**[APLICAR]**

**\*\*-** Para mais detalhes sobre **Sinal com Pulso Baixo** ou **[Low Active]** consultar a página anterior.



**fig 9.1.8** - Config >> Port and Pins >>> Output Signal

**#1:** Habilita ou Desabilita as Saídas ou *Output*.

**#2:** Especifica a porta da placa interface.

**#3:** Configuração de **Pinos** referente à cada Saída.

**#4:** Especifica se o **Sinal** ou **Pulso** de Saída é do tipo *Alto* ou *Baixo*. **(ver figura 9.1.6 B)**

**[APLICAR]**

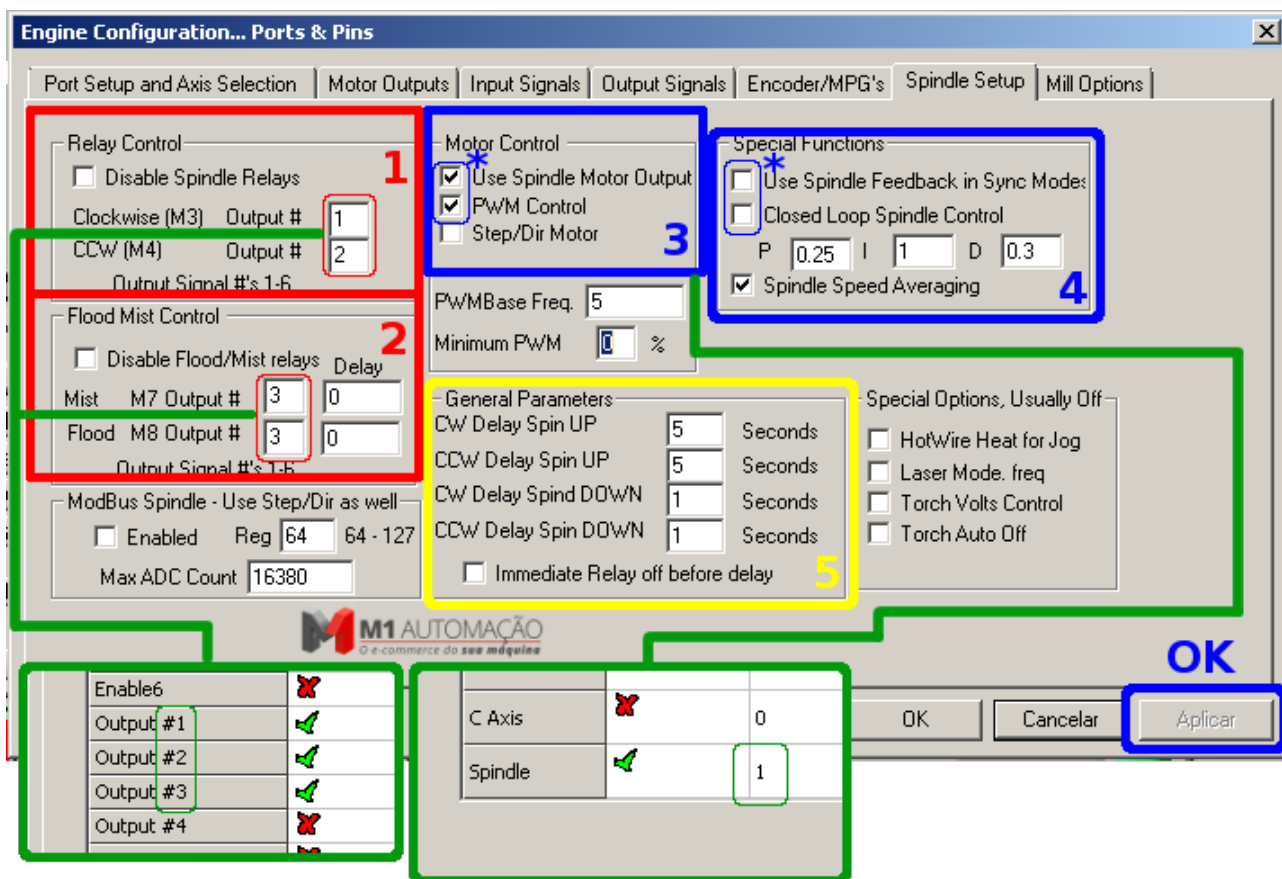


fig 9.1.9 - Config >> Port and Pins >>> Spindle Setup

**#1:** Habilita o sinal de saída (output) para ligar o spindle ou motor.

Podendo ser configurado até 2 saídas. Uma para o sentido de giro Horário e outra Anti-Horário.

A saída deve conter o número do **[Output #\_]** configurado previamente na tela: Output Signal.

**#2:** Habilita o sinal de saída (output) para ligar a bomba de fluido.

Podendo ser configurado até 2 saídas para a bomba, uma para **(M7) Mist** ou “névoa” e a segunda para **(M9) Flood** ou *refrigeração contínua*.

Colocamos aqui o mesmo número do **[Output#3]** para as duas, dessa forma os comandos **M7 e M8** têm a mesma característica.

Ainda é possível configurar um *Delay*, ou seja, uma pausa que o Mach3 dá antes de continuar a leitura do código enquanto a bomba carrega o fluido refrigerante.

**#3:** Ative os campos: **[Use Spindle Motor Output]** e **[PWM Control]** para habilitar a saída analógica **0-10 VDC** para controlar o RPM do spindle ou potência de um possível Laser.

Não esqueça de Habilitar e configurar a saída **PWM** no pino **P1** na aba: Spindle Setut.

**#4:** Ative os campos marcados na imagem para Habilitar o sistema de controle de RPM em malha fechada. Para habilitar esses campos você **deve** ter um sensor de RPM instalado e funcionando na sua máquina. Esse sensor deve ser habilitado como Entrada (Input) na tela: Input Signal - **Sensor [INDEX]**

Com o sensor instalado e funcionando o Mach3 vai fazer a leitura **real** da rotação do Spindle ou Eixo Árvore e através da saída analógica 0-10 VDC controlar o RPM em tempo real utilizando **PID**.

Recomendamos o sensor óptico infra-vermelho / F-249.

**#5:** Permite configurar um *Delay* ou seja, uma pausa que o Mach3 dá antes de continuar a leitura do código enquanto a o spindle acelera e atinge sua rotação de trabalho.

## #10: Sensor Fim-De-Curso / Micro-Switch

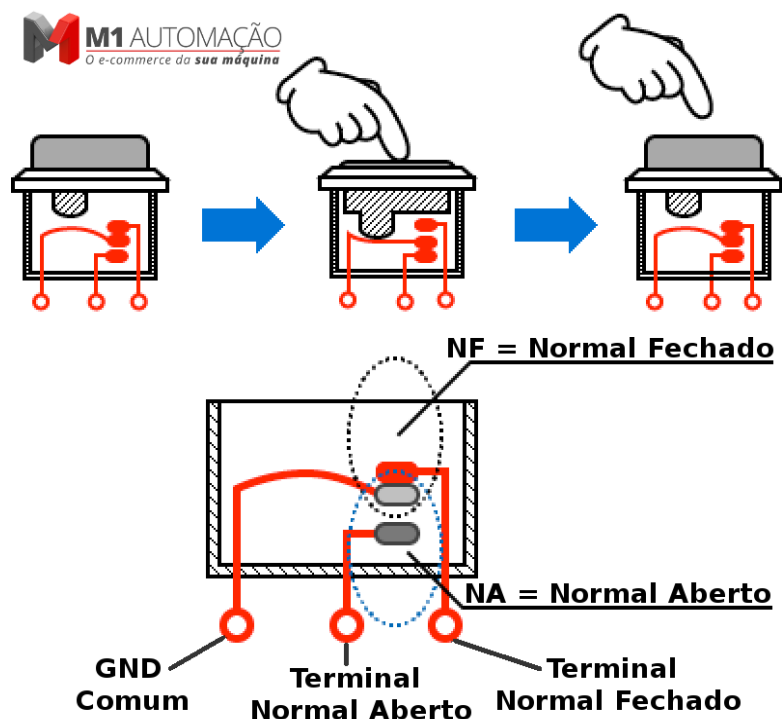


fig 10.1 - botão tipo “push” com contato NF = Normal Fechado

Botões, sensores fim-de-curso tipo micro-switch, podem ser do tipo **NA** (Normal Aberto) ou do tipo **NF** (Normal Fechado).

Sensores **Normal Aberto** - tem seus contatos por padrão abertos, sem passar sinal. Quando pressionados ou acionados passam para o estado **Fechado** passando a **emitir sinal**.

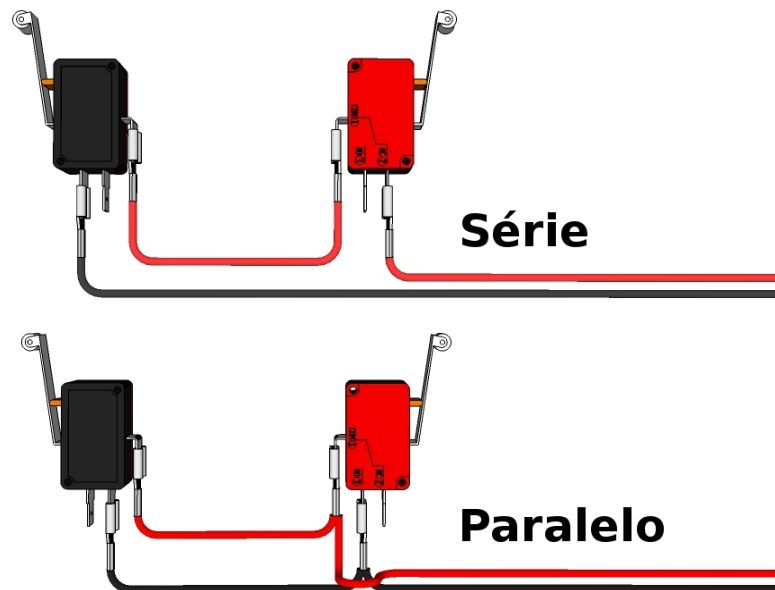
Sensores **Normal Fechado** - tem seus contatos por padrão fechados, passando sinal. Quando pressionados ou acionados passam para o estado **Aberto** **interrompendo o sinal**.

No Mach3 podemos configurar o tipo de sinal na opção: **[Low Active]** onde o Mach3 interpreta como sinal ATIVO a interrupção de sinal vinda do sensor. Esse tipo de funcionamento pode parecer estranho e ao mesmo tempo contrário ao que estamos acostumados.

A vantagem desse tipo de sinal é a seguinte:

*Imagine um sensor fim-de-curso normal fechado, onde o mach3 está interpretando o sinal como **[Low Active]**, ou seja, quando o sinal vindo do sensor é cortado ou interrompido o Mach3 interpreta como **parada imediata**. Caso o cabo elétrico vindo do sensor se quebre ou desconecte, mesmo o sensor não sendo pressionado a máquina identifica o problema e pára imediatamente.*

*Se o sensor fosse do tipo normal aberto, e o cabo se desconectasse do sensor, quando a máquina tocasse o fim-de-curso o Mach3 não identificaria o sinal. Podendo haver **grandes** danos na máquina, ferramentas e dispositivos.*



**fig 10.2** - esquema de ligação de sensor *micro-switch* em **série** e em **paralelo**.  
Preste atenção que os terminais dos sensores mudam conforme a ligação em série ou paralelo.

Esses sensores tipo *micro-switch* podem ser do tipo com 2 terminais: **GND + NF** ou **GND + NA**. Ou com 3 terminais, sendo: **GND + NF + NA**. Esse tipo de sensor é universal e permite os dois tipos de ligação.

**\*\* Para ligação em *Série*, os sensores devem ser ligados em Normal Fechado.**

*Dessa forma o sinal vai passar através de todos os sensores continuamente, qualquer sensor que seja pressionado interrompe todo o sinal imediatamente. Como se fosse uma cadeia ou um elo de corrente.*

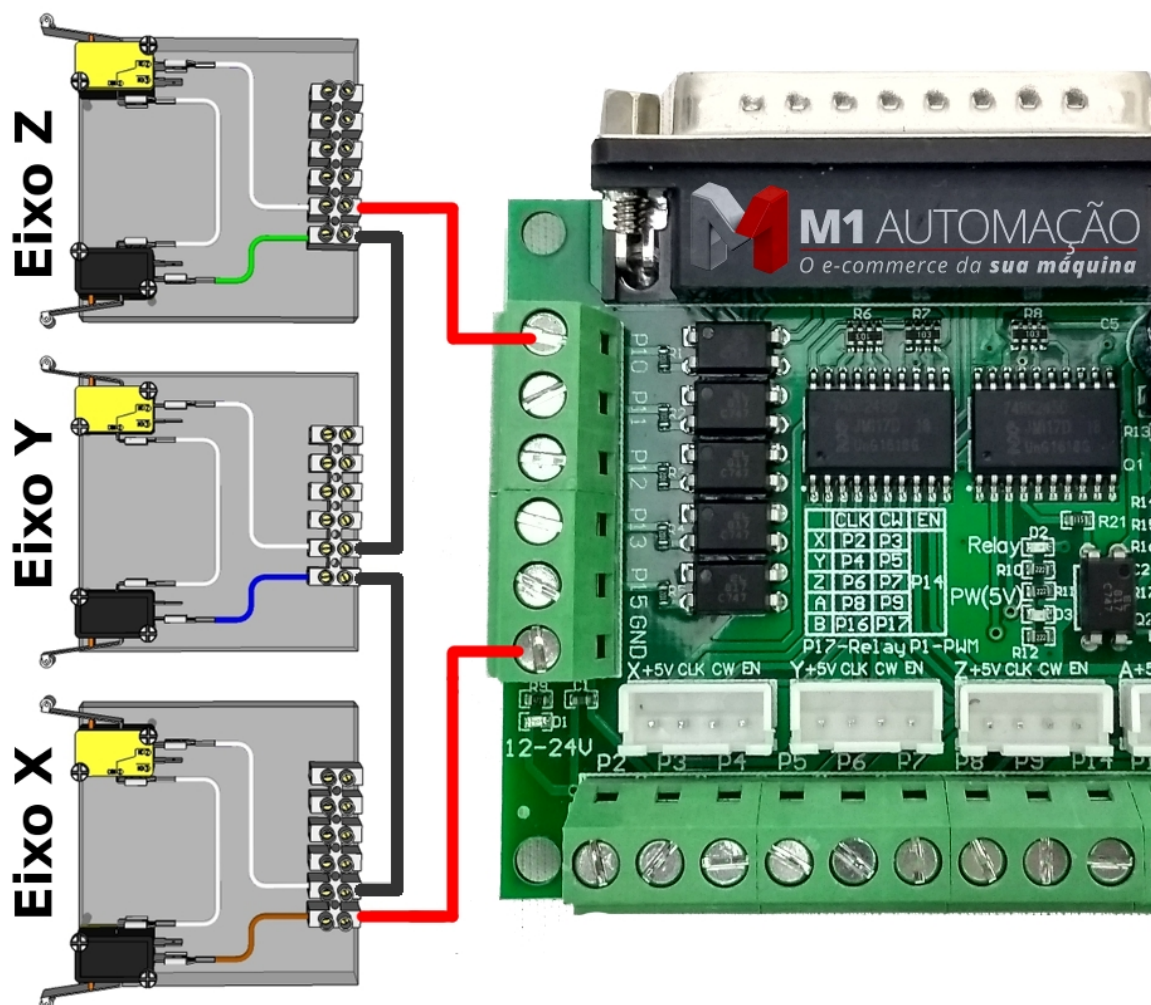
**\*\* Para ligação em *Paralelo*, os sensores devem ser ligados em Normal Aberto.**

*Dessa forma todos os sensores estão com o sinal interrompido no contato **NA** (normal aberto). Qualquer sensor que seja pressionado permite que o sinal passe e seja recebido pela placa interface. Os sensores trabalham de forma independente, e caso haja problema em um dos sensores os outros continuam em funcionamento.*

**"NA" e "NF"** são a abreviação respectivamente de **Normal Aberto** e **Normal Fechado**. E referem-se ao tipo de contato de um sensor, chave ou dispositivo que ele envia no seu estado **Inicial**.

Um sensor **Normal Aberto** possui contato **Aberto** inicialmente, e se torna **Fechado** quanto ativo.

Um sensor **Normal Fechado** possui contato **Fechado** inicialmente, e se torna **Aberto** quanto ativo.



**fig 10.3** – esquema de ligação de sensor *micro-switch* em **série** utilizando um único pino **P10**

Na ligação dos sensores fim-de-curso tipo *micro-switch* da imagem **10.3**, temos 6 sensores ligados em série, na ligação **Normal Fechado** e o *Mach3* configurado como **[Low Active]**. Qualquer sensor que seja pressionado o sinal elétrico é interrompido e o *Mach3* recebe o sinal de parada.

Utilizando o mesmo conceito acima, podemos ligar por exemplo 2 botões de **Emergência** *[ESTOP]* do tipo **NF**, ligados em série e posicioná-los em locais estratégicos da máquina. Mesmo utilizando 2 botões de emergência vamos utilizar uma única entrada da placa interface.

## #11: Sensor Óptico / Infra-Vermelho - Sensor de Rotação, Velocidade ou RPM

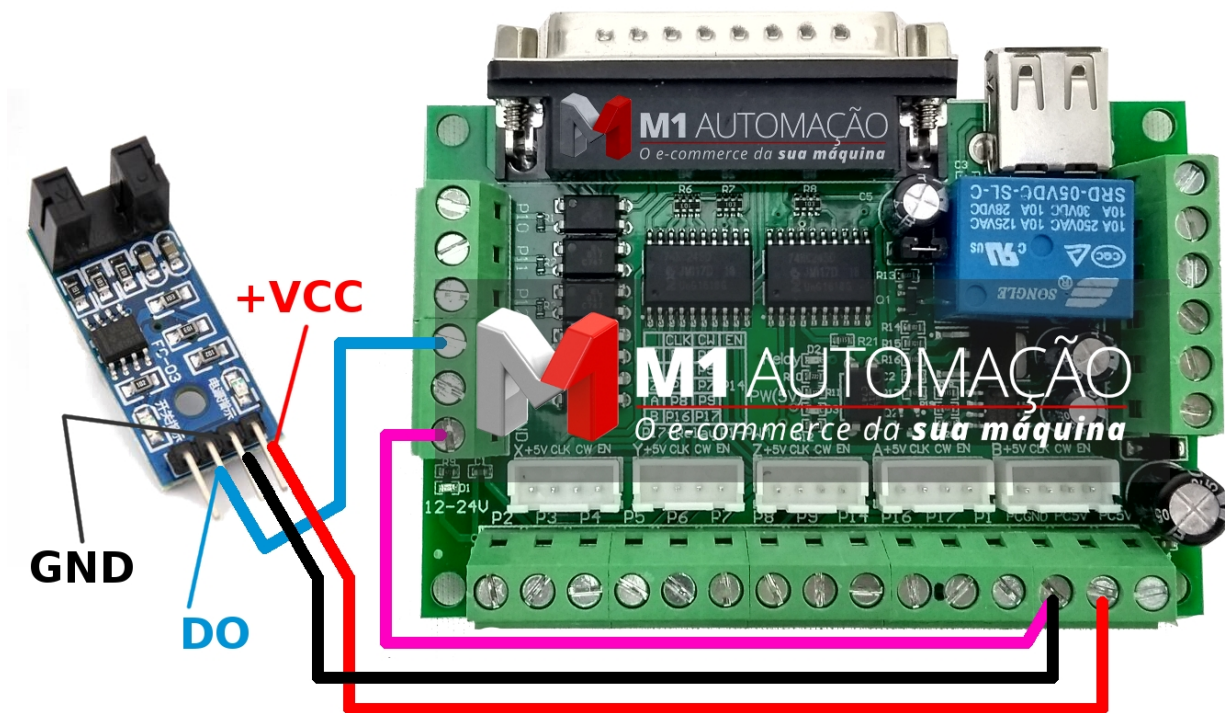


fig 11.1 - esquema de ligação do sensor óptico / invra-fermelho modelo F-249 de Arduino

Esse tipo de sensor necessita de alimentação +5 VDC. Essa alimentação pode ser fornecida pela própria placa interface que fornece alimentação através dos pinos: **PCGND** e **PC5V**.

**\*\* PCGND = Comum ou Negativo**

**\*\* PC5V = Positivo +5 VDC**

Nesse sensor devemos utilizar como saída do sensor o pino **DO** ou *Digital Output*.

ATENÇÃO: Como essa placa possui 2 alimentações:

Via porta USB para as portas digitais e via fonte secundária +12 ou +24 VDC para as entradas, será necessário interligar os pinos **Comum** de ambas as fontes para funcionar o sensor.

***Em nosso desenho essa interligação está desenhada em Rosa!***