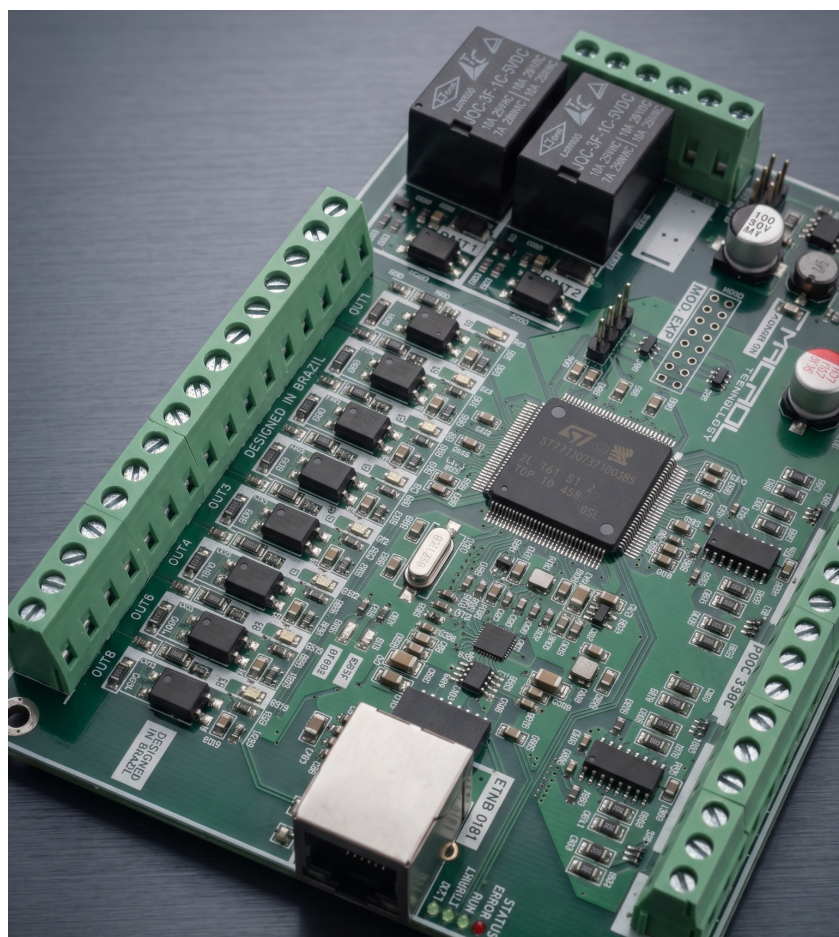


Manual de Instruções e Instalação

Interface CNC SDETH

Versão para LinuxCNC



Macrol Tecnologia

Configurador Macrol SDETH 1.0.0 • Protocolo v2 • www.macrol.com.br

Sumário

Sumário	2
1. Introdução	4
1.1. O que muda em relação ao Mach3	4
1.2. Como a interface se encaixa na máquina	5
1.3. O que você vai precisar	5
2. Especificações técnicas	6
3. Preparando o computador	7
3.1. Qual LinuxCNC baixar	7
3.2. Requisitos do computador	7
3.3. Configurando o endereço de rede	7
3.4. Cabo de rede	8
3.5. Latência do computador	8
4. Ligações elétricas da interface	10
4.1. Alimentação	10
4.2. Entradas	10
4.3. Saídas	15
4.4. Saídas de passo e direção	16
4.5. LEDs da placa	19
4.6. Conector de expansão	20
5. Instalando o software da Macrol	22
5.1. Instalando o Configurador	22
5.2. Instalando o componente HAL	22
5.3. Conferindo a instalação	23
6. O Configurador Macrol SDETH, tela por tela	24
6.1. A janela e o menu Arquivo	24
6.2. Aba Máquina	25
Ajuste fino	25
6.3. Aba Eixos	26
Cabeçalho do canal	26
Bloco Mecânica	26
Bloco Movimento e limites	27
Erro de seguimento	28
Bloco Referenciamento (homing)	29
Pórtico: dois motores no mesmo eixo	29
6.4. Aba Entradas	31
Funções disponíveis para as entradas	31
Contato NA ou NF, e por que isso importa	32
A coluna Ao vivo	33
6.5. Aba Saídas	34
Funções disponíveis para as saídas	34
O botão Testar	35
Spindle por PWM	35
6.6. Aba Placa	36
Procurar a placa	36

Leitura ao vivo	36
6.7. Aba Gerar	38
Quadro Componente HAL	38
Verificar agora	38
Gerar configuração	38
Ver o arquivo HAL	39
6.8. Comandos de terminal	39
7. Gerando a configuração e a primeira partida	40
7.1. O que é gerado	40
7.2. Abrindo no LinuxCNC	40
7.3. Sequência de comissionamento	41
7.4. Acompanhando a saúde do link	42
7.5. Ajuste fino do ganho (pgain)	42
8. Referência de entradas e saídas	43
8.1. Canais de passo e direção	43
8.2. Entradas	43
8.3. Saídas	44
8.4. Saídas analógicas e reservas	44
9. Erros possíveis e como resolver	45
9.1. Mensagens do Configurador ao verificar ou gerar	45
Problemas que impedem gerar	45
Avisos (dá para gerar, mas leia)	46
9.2. O LinuxCNC não sobe	47
“cannot open shared object file”	47
O componente recusa carregar por versão de protocolo	47
A placa não responde durante a carga	47
A máquina abre, mas anda absurdamente devagar	47
Erros ao instalar o componente	47
Primeiro jog dá erro de seguimento, com a máquina recém-ligada	48
“Erro interno ao montar o INI”	48
9.3. A placa não responde	49
O link cai durante a operação	49
9.4. Problemas de movimento	50
A máquina liga, mas o eixo não se move	50
Outros sintomas	50
9.5. Problemas de entradas e saídas	51
9.6. LEDs da placa	52
9.7. Quando chamar o suporte	54
10. Anexos	55
10.1. Esquemas elétricos de acionamento	55
10.2. Teclas úteis do LinuxCNC	55
10.3. Glossário	55
10.4. Registro da máquina	56

1. Introdução

A **Interface CNC SDETH** é uma controladora de movimento por rede Ethernet. Ela recebe do computador o comando de trajetória e gera, em hardware, os pulsos de passo e direção dos motores, além de ler as entradas e acionar as saídas da máquina. O trabalho crítico de tempo fica na placa; o computador cuida da interpretação do G-code e da interface com o operador.

Este manual trata do uso da SDETH com o **LinuxCNC**. O uso com o Mach3 está descrito em manual próprio. A placa é a mesma nos dois casos, mas o **firmware é diferente** — a troca de um para o outro é feita pelo aplicativo de migração de firmware da Macrol, entrando em modo bootloader pelo jumper de gravação. Se a sua placa veio configurada para Mach3, faça a migração antes de seguir este manual.

NOTA — Um firmware de Mach3 não conversa com o LinuxCNC, e um firmware de LinuxCNC não conversa com o Mach3. Na dúvida sobre qual está gravado, a aba Placa do Configurador mostra a versão do firmware e do protocolo.

1.1. O que muda em relação ao Mach3

Quem já instalou a SDETH com o Mach3 vai reconhecer o hardware, mas a forma de configurar é bem diferente. A tabela abaixo resume o que muda:

Assunto	No Mach3	No LinuxCNC
Software da placa	Plugin Macrol_SDETH.dll copiado para C:\Mach3\PlugIns	Componente HAL macro1_eth, compilado e instalado uma vez na máquina
Configuração de pinos	Tela Ports and Pins, por Port e Pin	APP Configurador Macrol, que escreve os arquivos .hal e .ini
Identificação das entradas	Port 1/2 + número de pino (LPT emulado)	Nome direto: macro1.input.1 a macro1.input.8
Entradas com função fixa	IN1 = PROBE, IN2 = THC UP, IN3 = THC DOWN	Somente a Entrada 1 continua sendo a recomendada para o probe. As demais são livres.
Referenciamento (homing)	Executado pela própria placa, disparado pelo Mach3	Executado pelo LinuxCNC, junta por junta, com HOME_SEQUENCE
Soft limits	Obrigatórios para liberar o homing	MIN_LIMIT e MAX_LIMIT de cada junta, preenchidos no Configurador
Pórtico (eixo escravo)	Slave Axis + Home Slave with Master Axis	Duas juntas no mesmo eixo, com esquadreamento automático
Emergência	Entrada de E-Stop ligada ao Mach3	Cadeia de emergência no HAL, que inclui o próprio LinuxCNC

ATENÇÃO — No LinuxCNC as entradas não têm papel fixo: você escolhe no Configurador o que cada uma faz. A única recomendação de hardware que permanece é usar a Entrada 1 para o probe, porque é a entrada projetada para o menor tempo de resposta.

1.2. Como a interface se encaixa na máquina

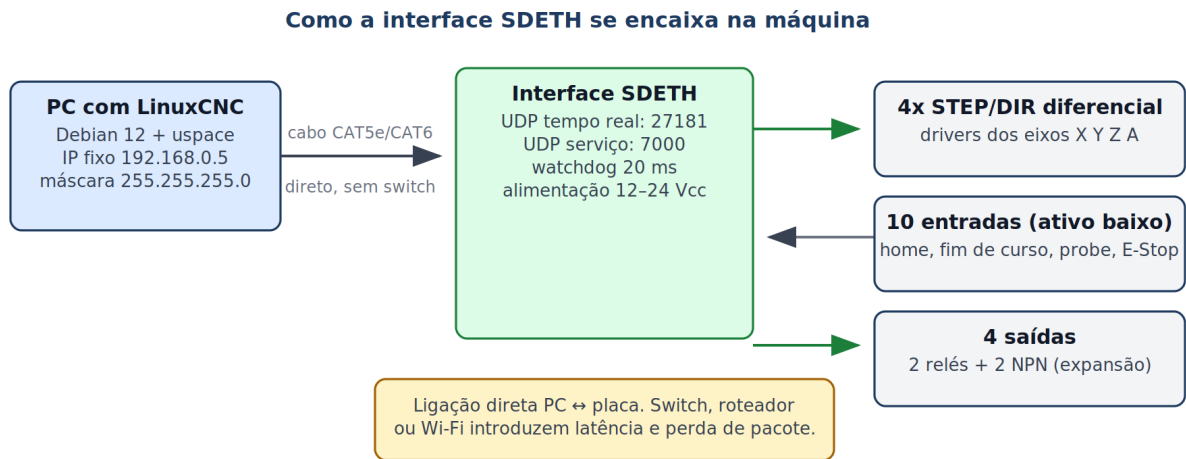


Figura 1 — Visão geral: o PC conversa com a placa por um cabo de rede direto; a placa conversa com drivers, sensores e acionamentos.

1.3. O que você vai precisar

- Um computador com placa de rede cabeada (adaptador USB-Ethernet também serve).
- LinuxCNC 2.9 instalado em versão uspace — o capítulo 3 explica qual baixar.
- Cabo de rede CAT5e ou CAT6, direto (não crossover).
- Fonte de 12 a 24 Vcc para a placa.
- O pacote do Configurador Macrol SDETH, baixado do site da Macrol.
- Os drivers dos motores e o esquema elétrico do painel.

2. Especificações técnicas

Característica	Valor
Microcontrolador	STM32F429 (ARM Cortex-M4, 180 MHz)
Alimentação	12 a 24 Vcc, consumo nominal de 200 mA
Comunicação	Ethernet 10/100 Mbit, protocolo UDP
Porta de tempo real / porta de serviço	27181 / 7000
IP de fábrica	192.168.0.10
Eixos	4 canais de passo e direção (X, Y, Z, A), saída diferencial
Frequência de passo	até 100.000 passos/s por canal (padrão do Configurador); o firmware satura em 120.000
Entradas	8 optoacopladas no borne + 2 optoacopladas no conector de expansão = 10 no total
Nível das entradas	5 a 24 Vcc, sensores NPN ou PNP, todas ativo baixo
Saídas	2 a relé (contato NA, 10 A) + 2 NPN no conector de expansão
Conector de expansão	IDC de 16 pinos (I/Os, PWM, THC fibra, personalizada)
Watchdog de comunicação	20 ms — sem tráfego, a placa derruba as saídas e para os pulsos
Período de atualização	1 ms (servo-thread do LinuxCNC a 1 kHz)
Versão do protocolo	v2

NOTA — O canal de passo tem 4 bornes: STEP+, STEP-, DIR+ e DIR-. A saída é diferencial — cada sinal tem a sua referência própria, o que cancela o ruído no caminho até o driver.

Nunca faça jumper entre os bornes STEP-/DIR- e o GND da placa: além de gerar ruído no sinal, você pode danificar a saída.

3. Preparando o computador

3.1. Qual LinuxCNC baixar

O LinuxCNC é distribuído em duas versões de tempo real, e **só uma delas funciona com a SDETH**:

Versão	Serve para a SDETH?	Por quê
uspace (PREEMPT-RT)	SIM	O componente da placa abre um socket de rede dentro da rotina de tempo real. Isso só é possível em uspace.
RTAI	NÃO	O tempo real roda dentro do kernel, onde não existe socket de rede utilizável. A configuração não sobe.

Baixe a imagem oficial em linuxcnc.org/downloads e escolha a opção **“Debian 12 Bookworm PREEMPT-RT”**, que é a recomendada pelo próprio projeto e instala o sistema completo já com o kernel de tempo real e o pacote `linuxcnc-uspace`. A versão de referência homologada pela Macrol para esta placa é a **série 2.9** (os testes internos foram feitos com a 2.9.10).

1. Baixe o arquivo `.iso` e grave em um pendrive (Rufus, balenaEtcher, ou o utilitário de discos do próprio Linux).
2. Dê boot pelo pendrive e instale o sistema normalmente.
3. Depois de instalar, atualize o sistema — é isso que traz a correção mais recente da série 2.9.

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

Para confirmar que a versão instalada é a correta:

```
dpkg -l | grep linuxcnc-uspace
```

A linha precisa aparecer. Se aparecer `linuxcnc` sem o `-uspace`, o computador está com a versão RTAI e a placa não vai funcionar — reinstale a partir da imagem PREEMPT-RT.

DICA — Se você já usa uma máquina com LinuxCNC instalado por um integrador, rode o comando acima antes de qualquer outra coisa. É o teste mais rápido para saber se aquele computador serve.

3.2. Requisitos do computador

- Processador `x86_64` (qualquer PC ou notebook dos últimos 15 anos atende).
- 4 GB de memória são suficientes.
- Uma porta de rede cabeada. Notebook sem porta RJ45 pode usar adaptador USB-Ethernet, que funciona bem.
- A porta de rede fica dedicada à placa — a internet, se necessária, deve vir pelo Wi-Fi ou por uma segunda placa de rede.

3.3. Configurando o endereço de rede

A placa vem de fábrica com o endereço fixo `192.168.0.10`. O computador precisa estar na mesma faixa, com endereço diferente. Use `192.168.0.5`, que é o exemplo usado neste manual.

Pela interface gráfica (Debian com ambiente padrão):

1. Abra Configurações → Rede.
2. Clique na engrenagem da conexão com fio.
3. Vá na aba IPv4 e mude de “Automático (DHCP)” para “Manual”.
4. Endereço: 192.168.0.5 Máscara: 255.255.255.0 Gateway: deixe em branco.
5. Aplique e desligue/religue a conexão.

Pelo terminal, se preferir:

```
nmcli con mod "Wired connection 1" ipv4.method manual \
    ipv4.addresses 192.168.0.5/24
nmcli con up "Wired connection 1"
```

Com a placa ligada e o cabo conectado, teste a comunicação:

```
ping -c 4 192.168.0.10
```

ATENÇÃO — A placa não responde a ping em todas as versões de firmware. Se o ping falhar mas o LED de link do conector RJ45 estiver aceso, use o botão “Procurar a placa” na aba Placa do Configurador: é ele quem faz a pergunta que a placa sempre responde.

3.4. Cabo de rede

- Use cabo CAT5e, CAT6 ou superior. Evite cabo de CFTV.
- Padrão T568A ou T568B, o mesmo dos dois lados. Cabo crossover não funciona.
- A ligação deve ser direta entre o computador e a placa.

IMPORTANTE — Não use switch, roteador ou Wi-Fi entre o computador e a placa. Cada elemento no caminho adiciona latência e a chance de perder pacote — e perda de pacote, aqui, significa movimento interrompido pelo watchdog.

[**IMAGEM A INSERIR**] *Foto do cabo RJ45 sendo conectado ao conector Ethernet da placa (a mesma imagem do manual Mach3 serve)*

3.5. Latência do computador

O LinuxCNC precisa executar a rotina de comunicação a cada 1 ms sem atraso. Antes de ligar os motores, meça a latência da máquina com a ferramenta que já vem instalada:

```
latency-histogram --nobase --sbinsize 1000
```

Deixe rodando alguns minutos, de preferência mexendo no computador (abrindo programas, movendo janelas). O número que interessa é o pico do servo thread:

Latência de pico	O que esperar
até 50 µs	Excelente. Qualquer máquina roda bem.
50 a 200 µs	Normal e perfeitamente utilizável.
acima de 500 µs	Investigue: economia de energia, placa de vídeo compartilhada, SMI da BIOS. Costuma dar erro de seguimento em rápido.

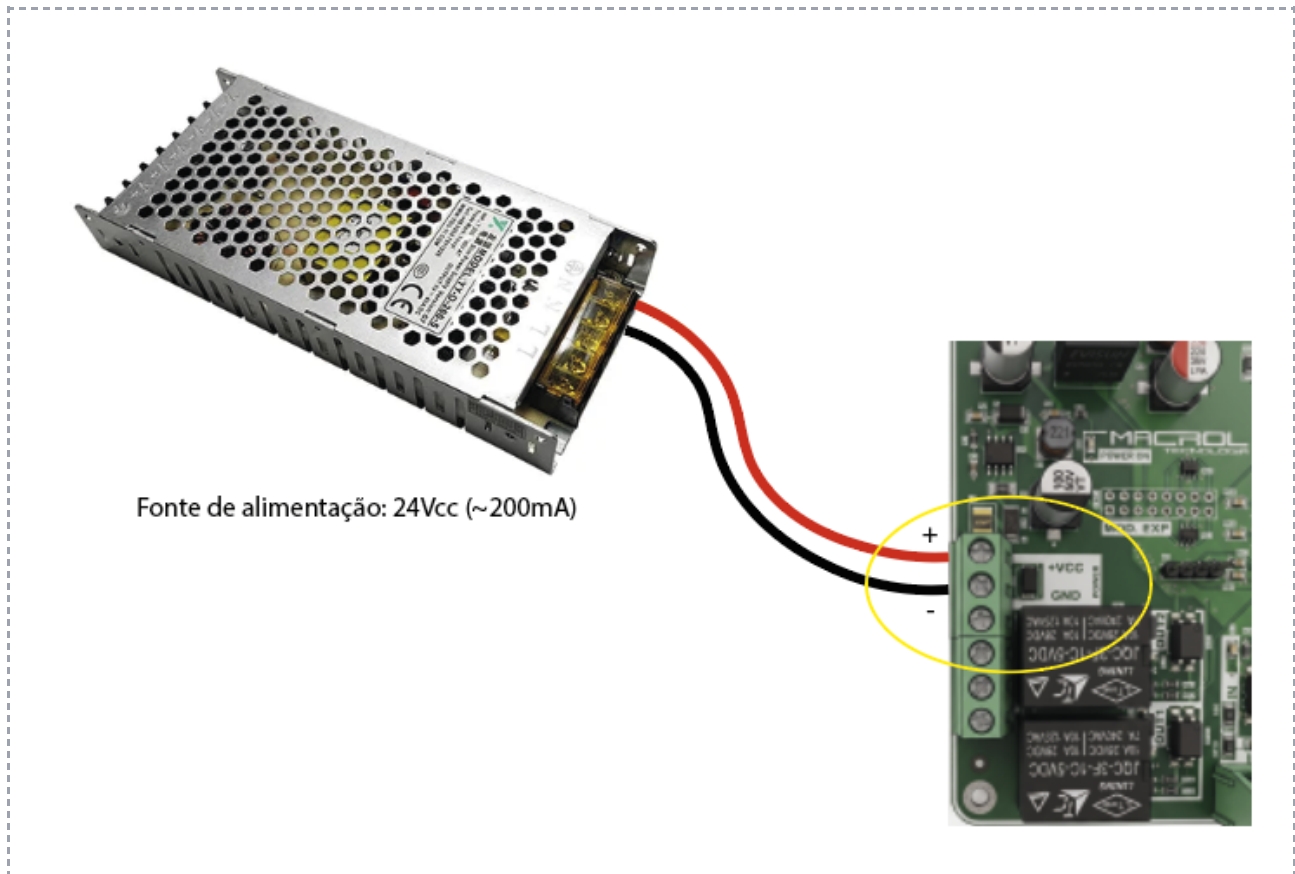
DICA — Duas configurações da BIOS costumam resolver latência ruim: desligar os modos de economia de energia do processador (C-States, SpeedStep) e desligar a virtualização de USB legado (USB Legacy Support).

4. Ligações elétricas da interface

Este capítulo é um resumo das ligações do ponto de vista do LinuxCNC. Os esquemas elétricos completos de acionamento (painel, drivers, fontes, contadores e circuito de emergência cabeada) estão no anexo do capítulo 10.

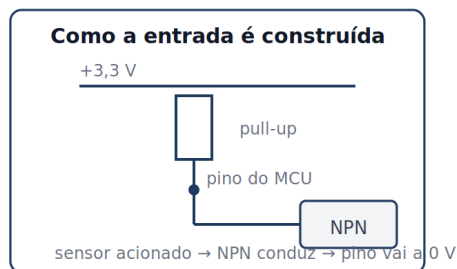
4.1. Alimentação

A placa é alimentada por fonte de corrente contínua de 12 a 24 V, com consumo em torno de 200 mA, nos bornes marcados +VCC e GND.



4.2. Entradas

São 8 entradas optoacopladas nos bornes (Entrada 1 a Entrada 8) e mais 2 entradas optoacopladas disponíveis no conector de expansão. Cada entrada tem dois bornes, positivo e negativo, e um LED que acende quando ela é acionada. Aceitam sensores NPN ou PNP, conforme a ligação, com tensão de acionamento de 5 a 24 Vcc.

Entradas ativo baixo: contato NA e contato NF

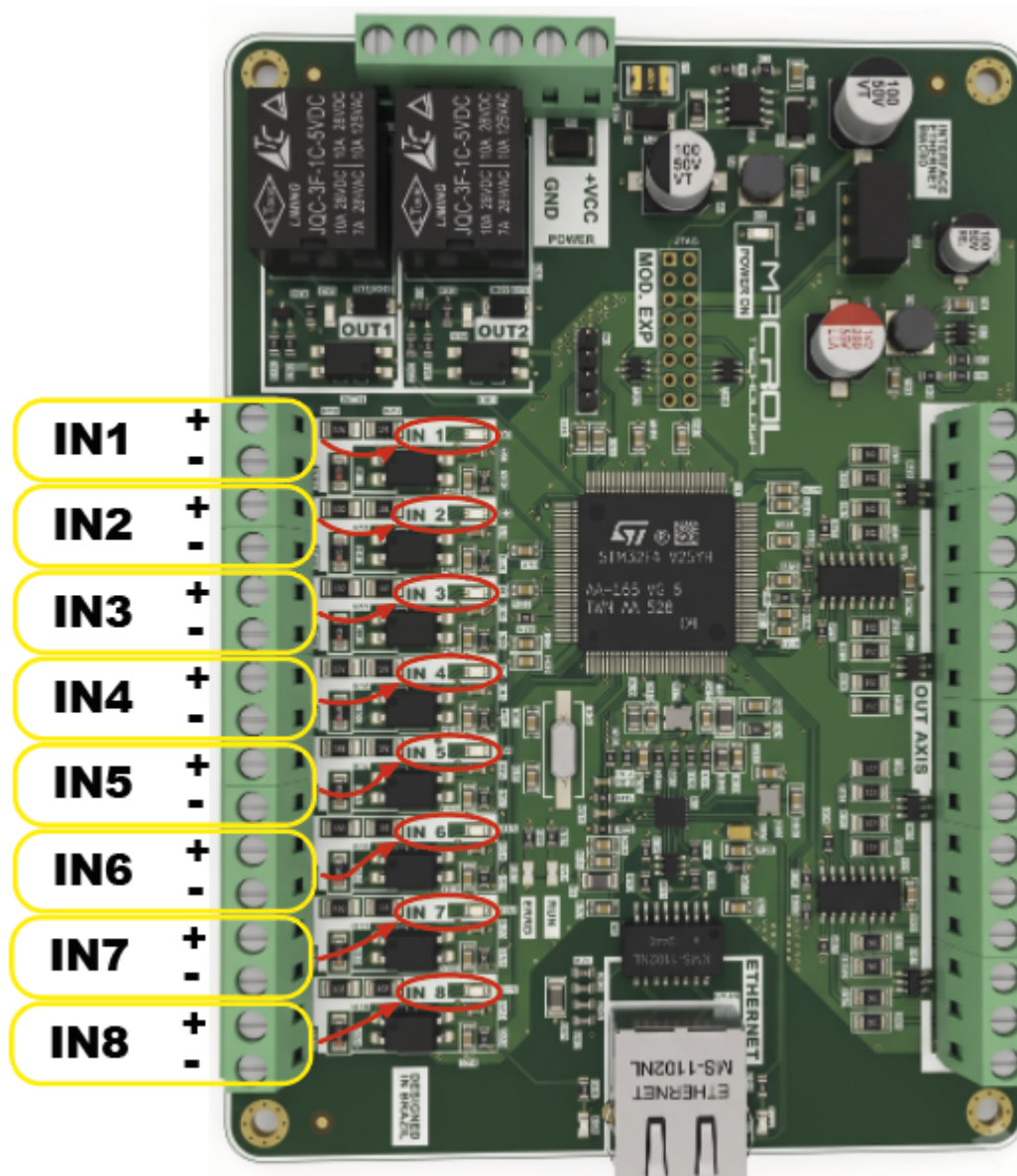
Contato	Em repouso	Acionado	.invert
NA (aberto)	pino lê 1	pino lê 0	1
NF (fechado)	pino lê 0	pino lê 1	0

Nos dois casos o pino do HAL vale 1 quando o sensor está acionado. O Configurador escolhe o .invert sozinho.

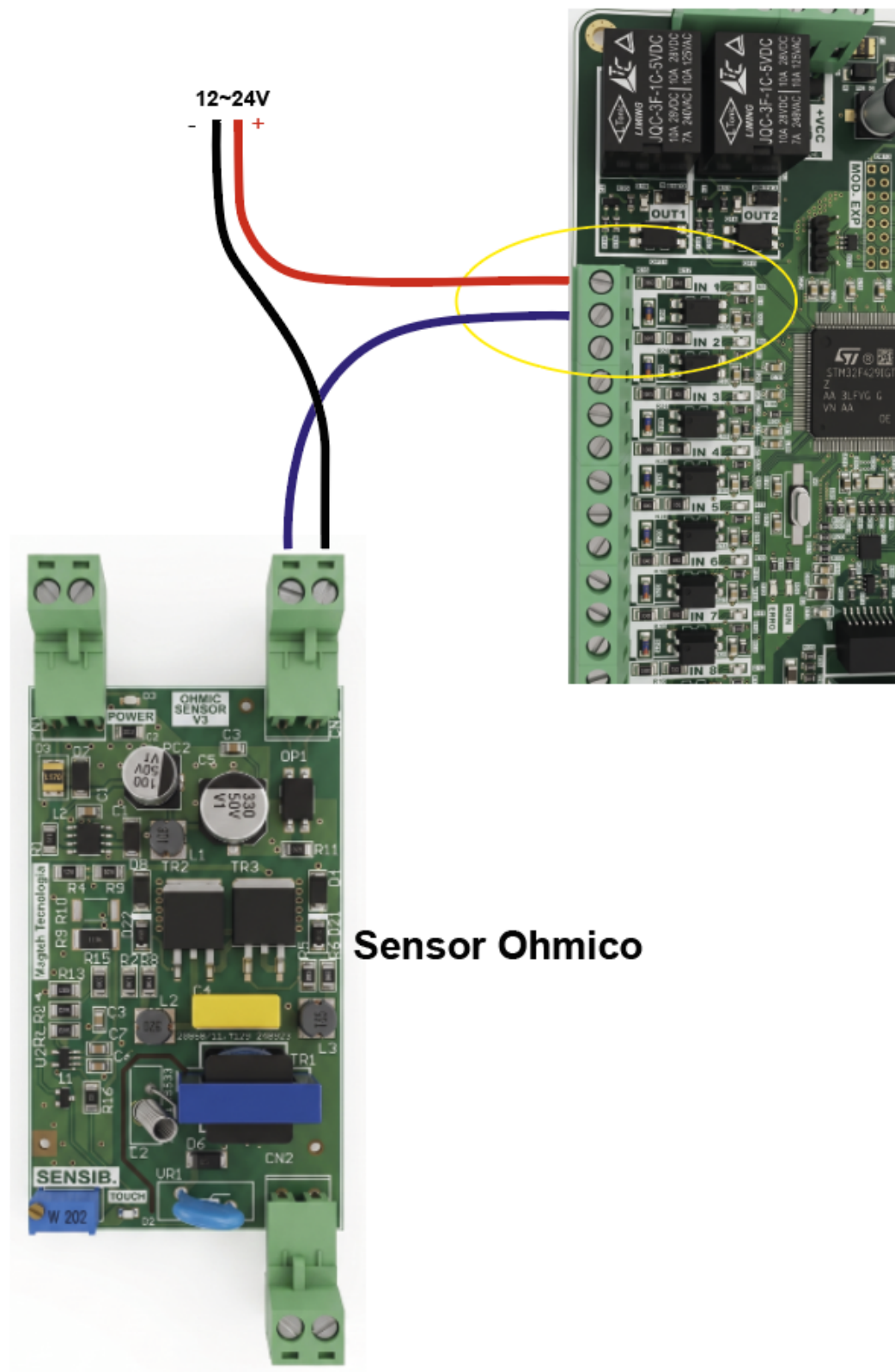
CABO PARTIDO LÊ REPOUSO. Com NA isso passa despercebido; com NF acusa como se o sensor tivesse acionado. Use NF em emergência e fim de curso.

Figura 2 — Todas as entradas são ativo baixo. O tipo de contato do sensor (NA ou NF) é informado no Configurador, que ajusta o resto sozinho.

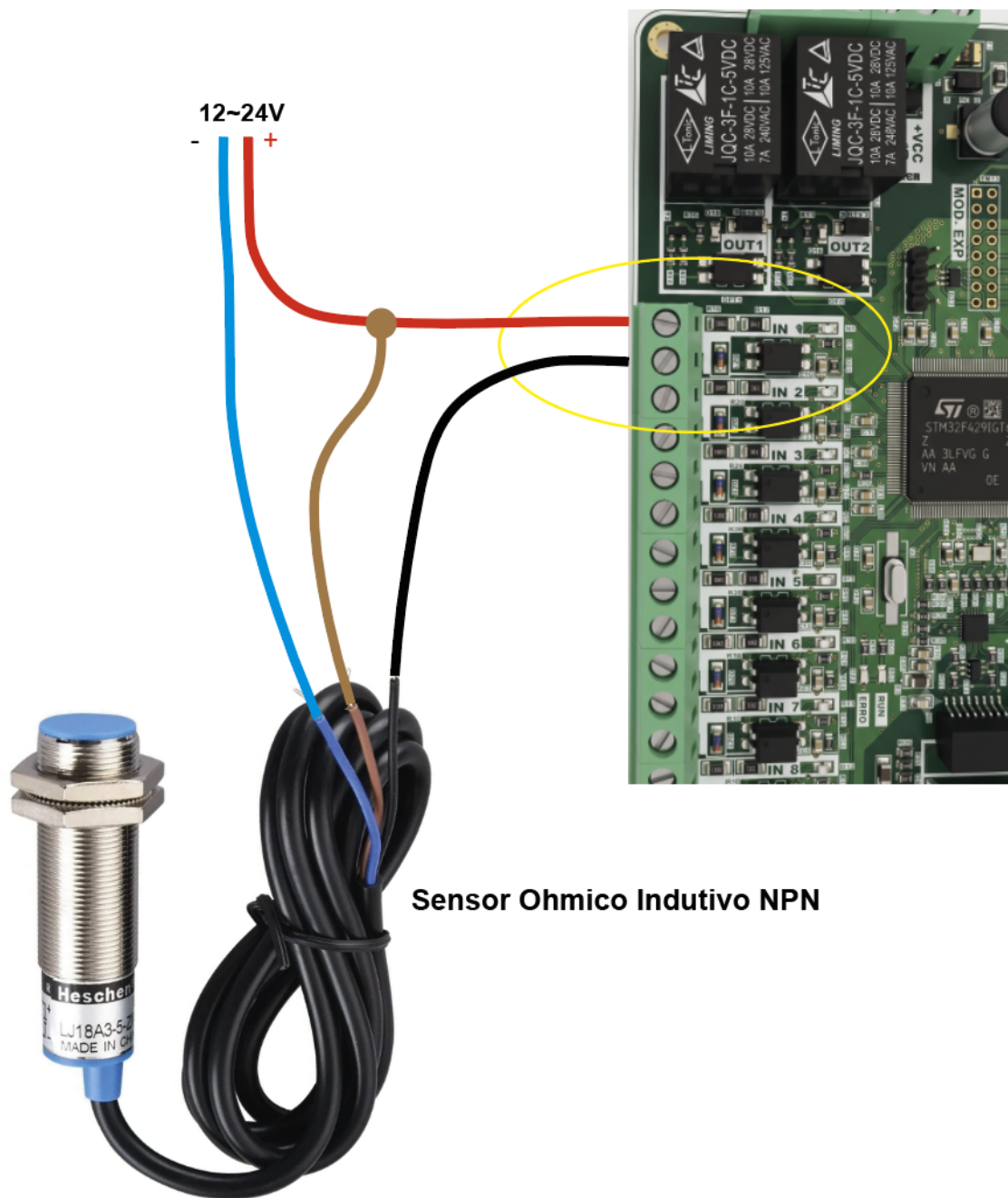
ATENÇÃO — Respeite a polaridade dos bornes de cada entrada. Ligação invertida não aciona a entrada — e não danifica nada, mas custa tempo de diagnóstico.



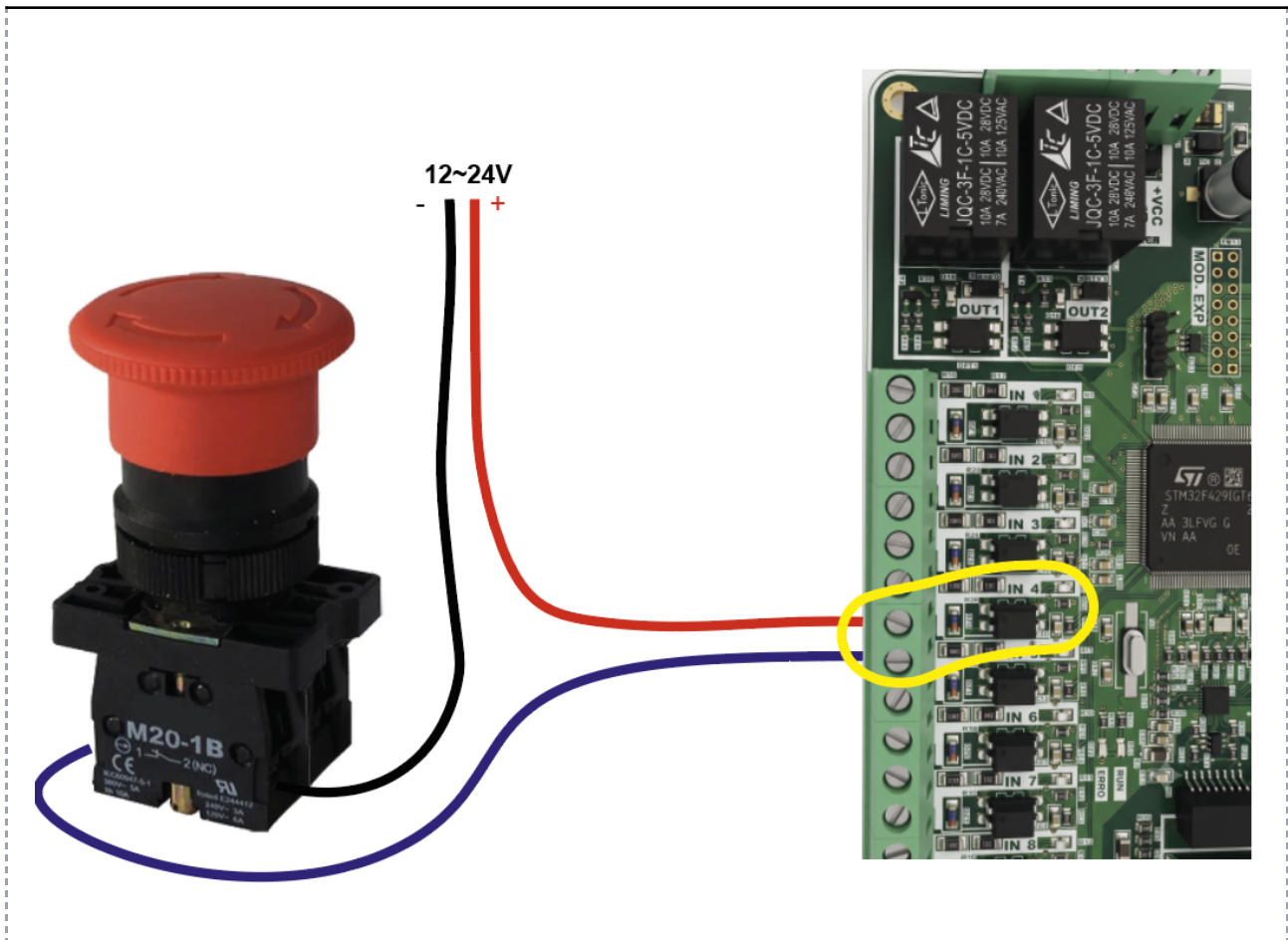
A Entrada 1 é a recomendada para o **probe** (sonda de altura ou sensor ôhmico), por ter sido projetada para o menor tempo de resposta. As demais entradas são livres: você define no Configurador se cada uma é sensor de home, fim de curso, emergência, botoeira ou sinal auxiliar.



Sensor Ohmico

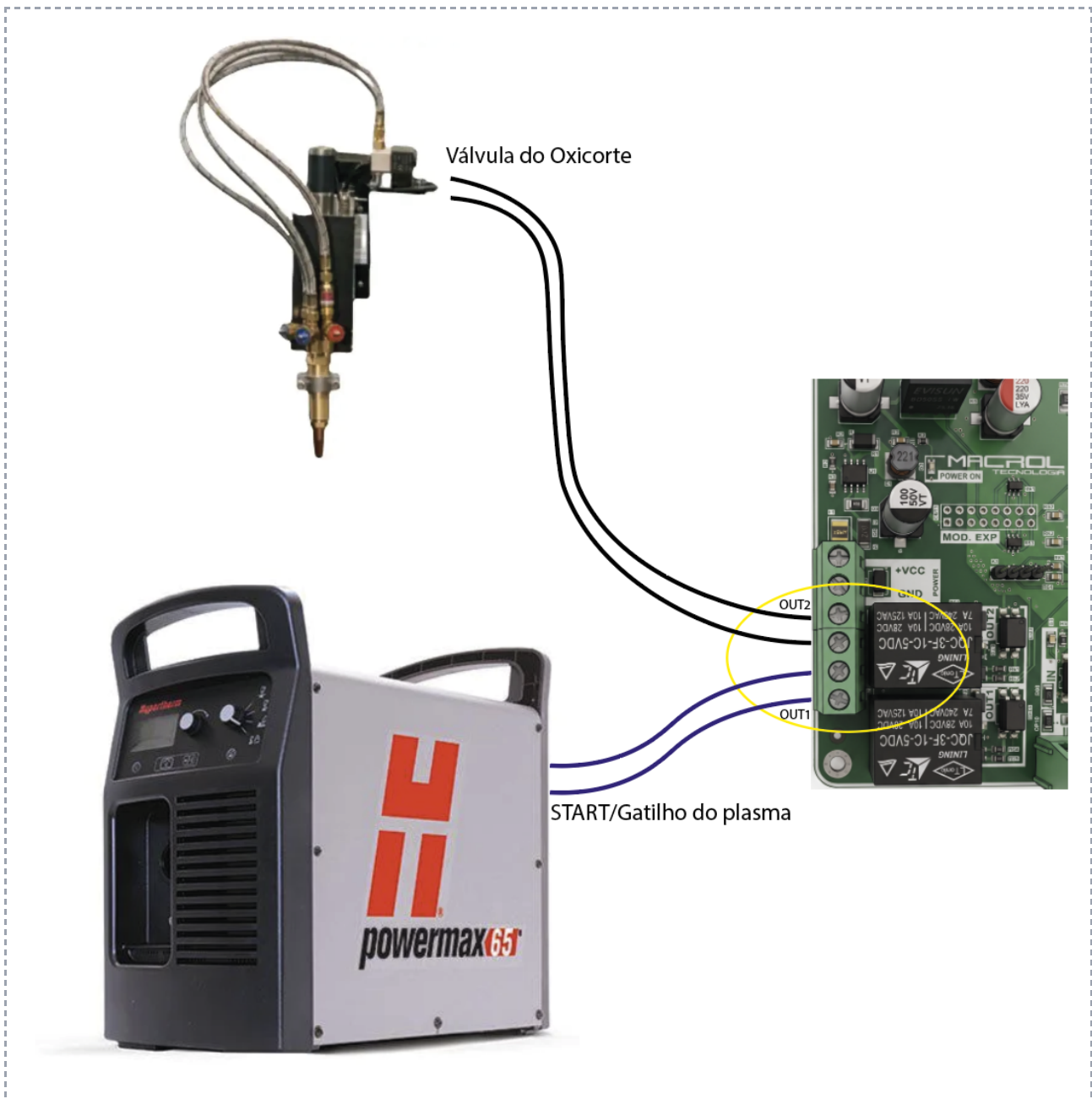


Sensor Ohmico Indutivo NPN



4.3. Saídas

A placa tem 2 saídas a relé, ambas com contato normalmente aberto e limite de 10 A, disponíveis nos bornes OUT1 e OUT2. São usadas para acionar o gatilho da tocha, o contator do spindle, a válvula de refrigeração e afins. Mais 2 saídas do tipo NPN ficam disponíveis no conector de expansão.

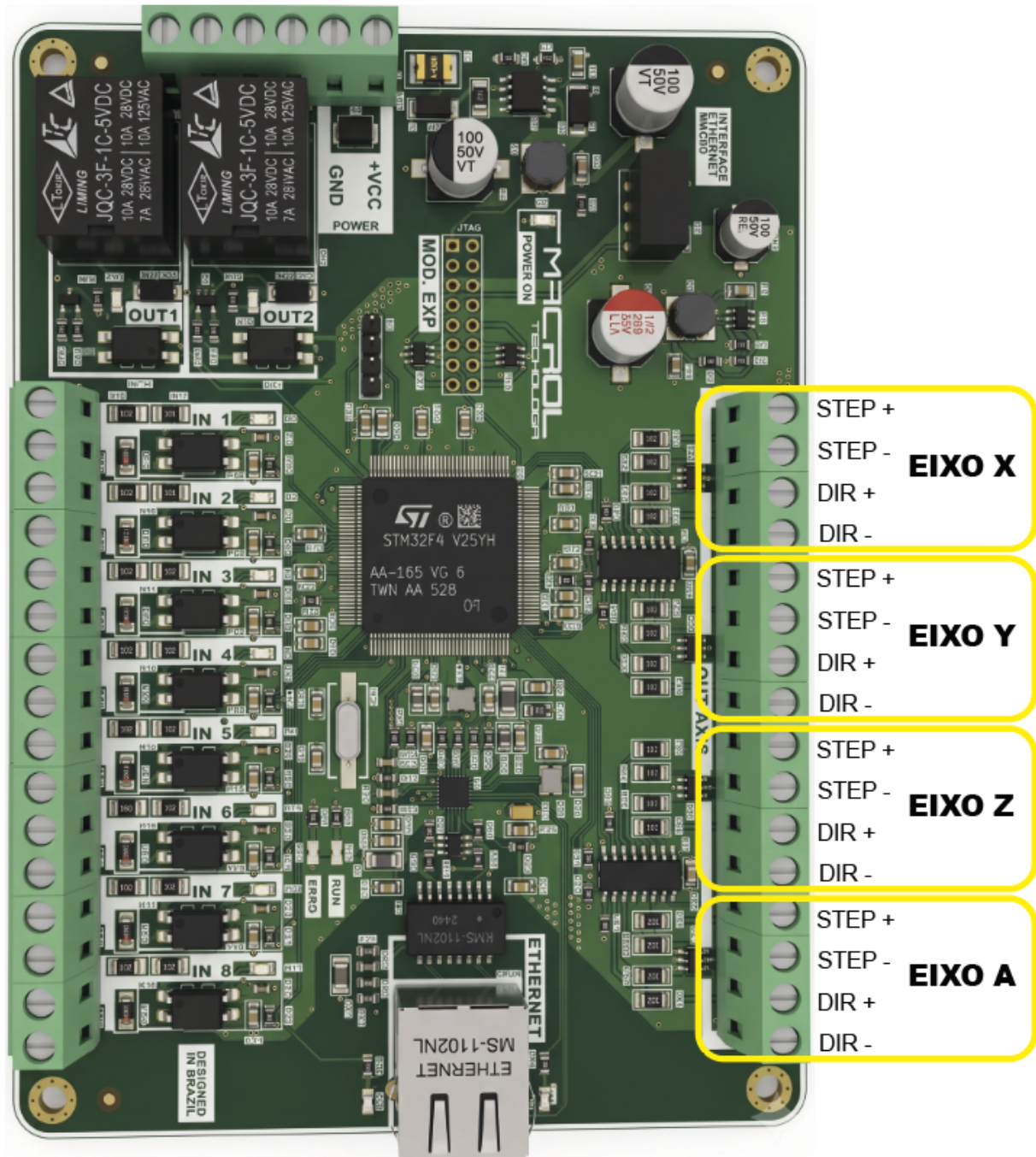


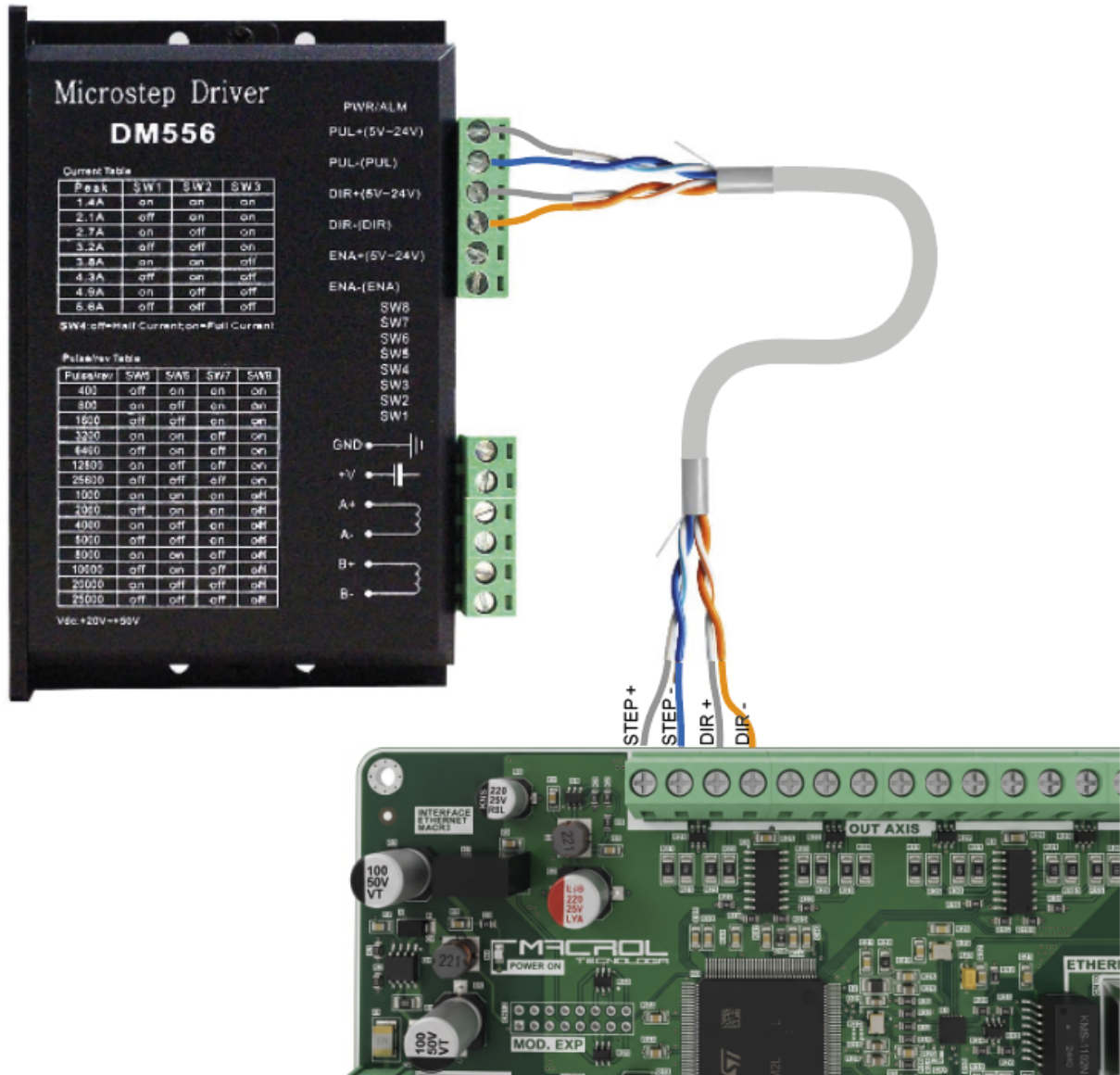
4.4. Saídas de passo e direção

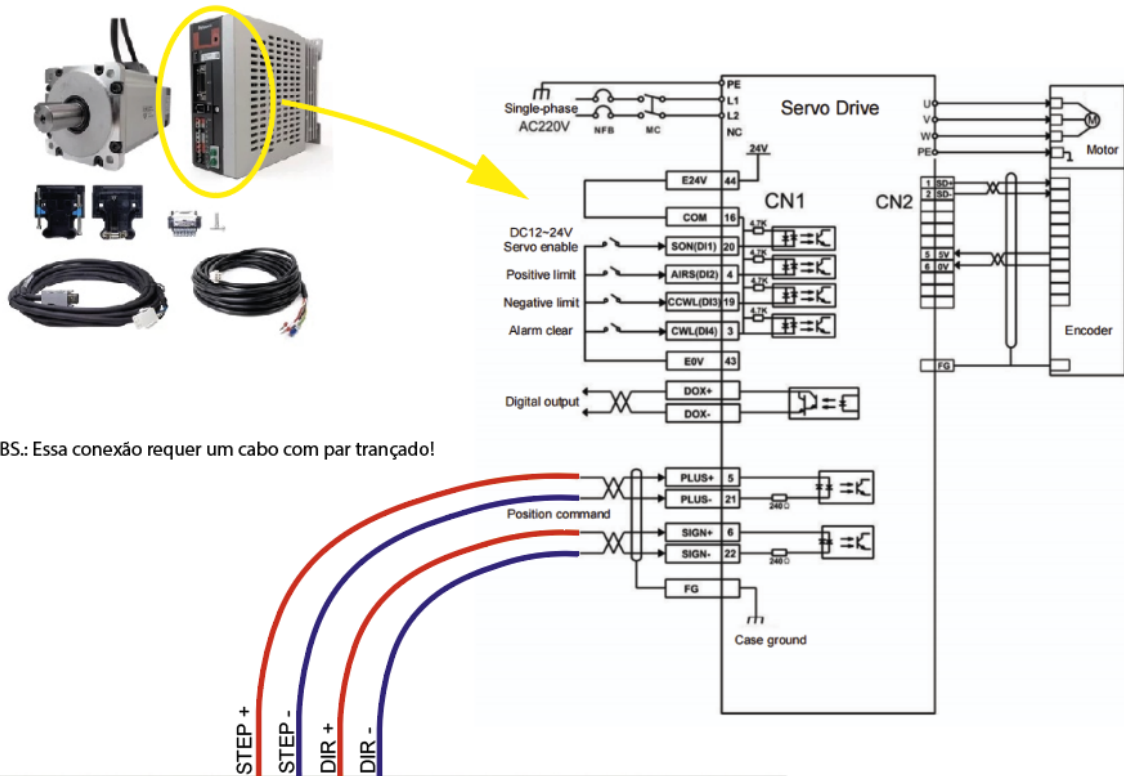
São 4 canais independentes, identificados na placa pelas letras X, Y, Z e A, cada um com quatro bornes: STEP+, STEP-, DIR+ e DIR-. A saída é diferencial, o que garante imunidade a ruído no caminho até o driver.

- Use cabo com pares trançados, de preferência blindado. Cabo de rede CAT5e serve muito bem: cada cabo atende dois eixos (dois pares por eixo).
- Não use cabo flexível comum paralelo — a interferência captada compromete o funcionamento do driver.
- Nunca faça jumper entre os bornes negativos e o GND da placa.

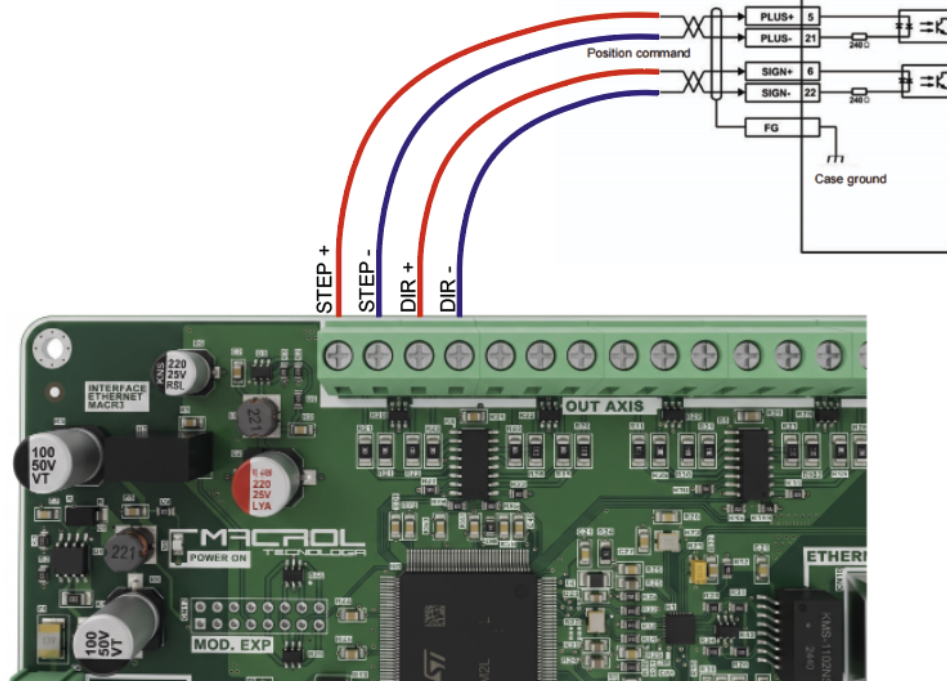
NOTA — A letra impressa no conector é o **canal físico**, não obrigatoriamente o eixo da máquina. No Configurator você diz qual eixo cada canal aciona — é assim que se monta um pórtico com o segundo motor no conector A.





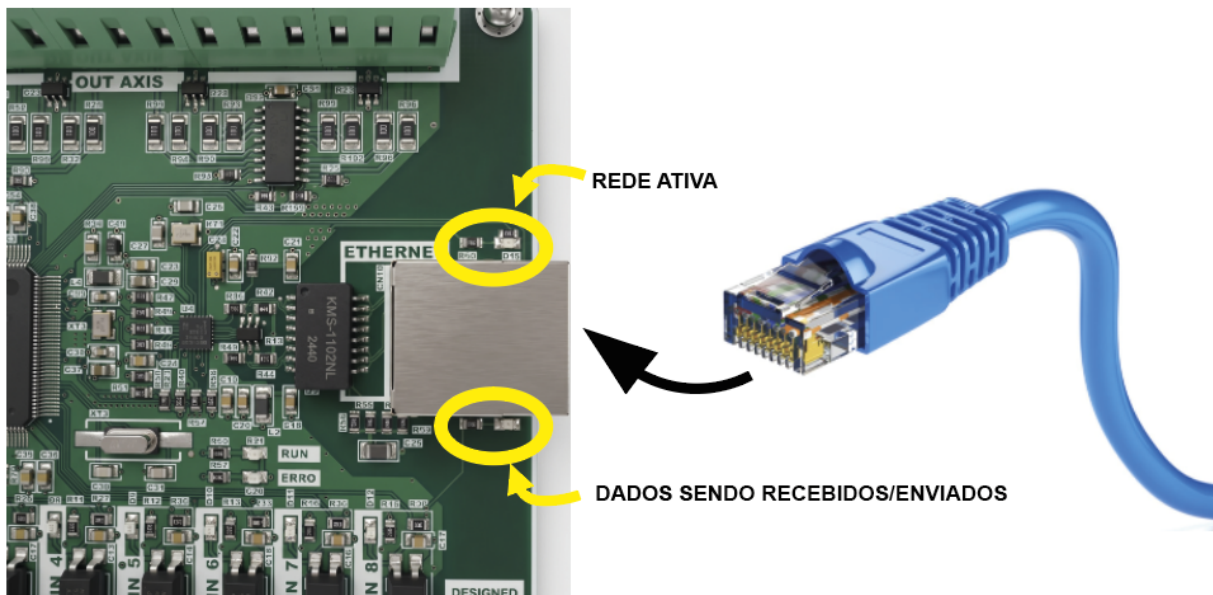
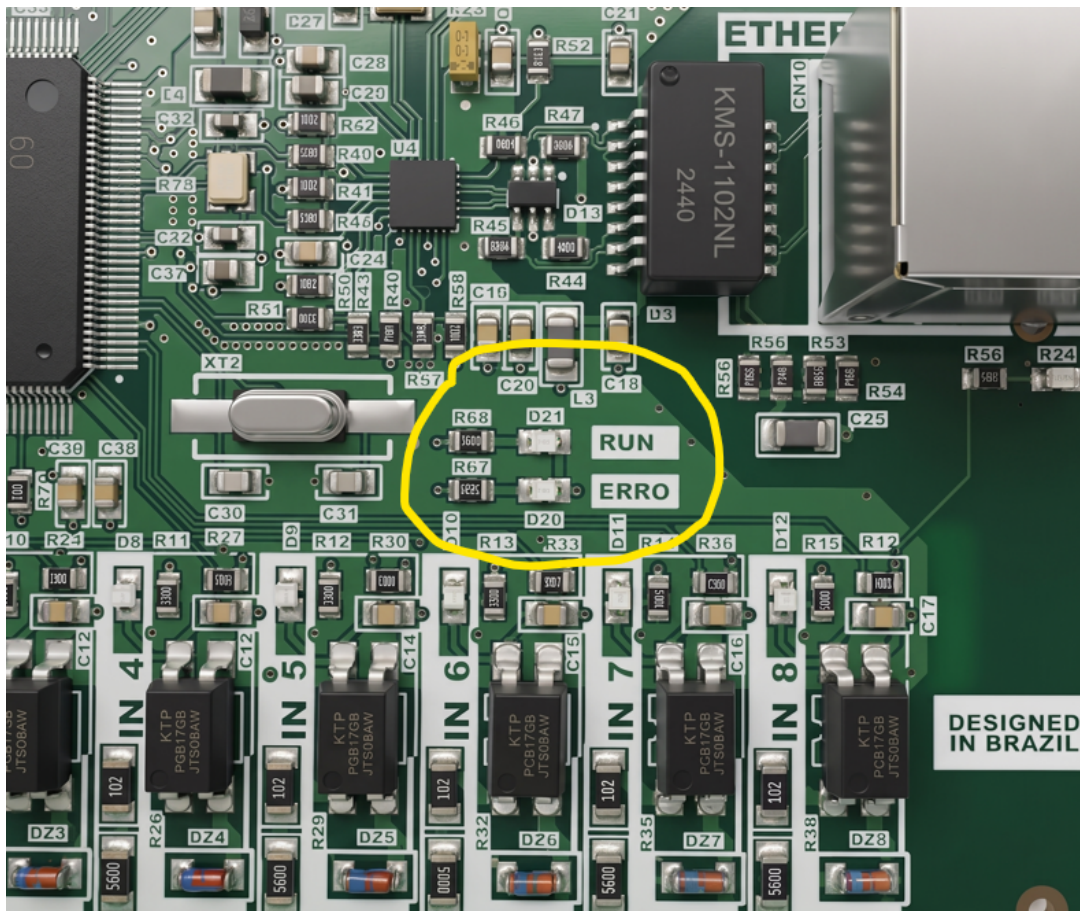


OBS.: Essa conexão requer um cabo com par trançado!



4.5. LEDs da placa

A placa tem dois LEDs de estado, RUN (verde) e ERRO (vermelho), e mais dois LEDs junto ao conector RJ45 que indicam link e tráfego de rede. A tabela completa de piscadas está na seção 9.6.



4.6. Conector de expansão

O conector IDC de 16 pinos permite ampliar as funções da interface. Estão disponíveis as placas expansoras de I/Os, de PWM para spindle, de THC por fibra e versões personalizadas.

NOTA — O uso de qualquer placa expansora precisa ser liberado por atualização de firmware, pois a função só é habilitada após a aquisição. Fale com o suporte antes de comprar.

5. Instalando o software da Macrol

São duas coisas a instalar, e nesta ordem:

1. O Configurador Macrol SDETH — o programa de janela onde você descreve a máquina.
2. O componente HAL macrol_eth — o “driver” que o LinuxCNC carrega para conversar com a placa. Ele é instalado por um botão dentro do próprio Configurador.

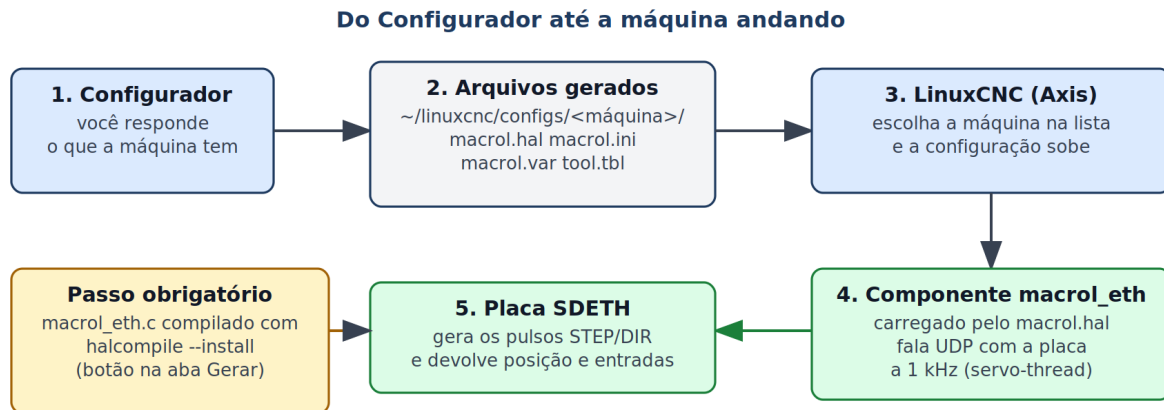


Figura 3 — O caminho completo, do Configurador até a máquina andando.

5.1. Instalando o Configurador

Baixe o pacote em www.macrol.com.br/downloads. O arquivo tem nome parecido com macrol-config_1.0.0_amd64.deb.

Instalação pelo terminal (jeito recomendado):

```
cd ~/Downloads
sudo apt install ./macrol-config_1.0.0_amd64.deb
```

O apt resolve as dependências sozinho, inclusive o pacote linuxcnc-ospace-dev, que traz o halcompile usado para instalar o componente. Se o computador estiver sem internet no momento da instalação, o pacote instala do mesmo jeito, mas o halcompile pode faltar — o próprio Configurador avisa quando isso acontece.

Instalação pela interface gráfica: dê um duplo clique no arquivo .deb e confirme a instalação na janela que abrir.

Depois de instalado, o programa aparece no menu de aplicativos como “Configurador Macrol SDETH”. Também pode ser aberto pelo terminal:

```
macrol-config
```

NOTA — O pacote foi compilado para **Debian 12/13 64 bits**. Se a sua máquina estiver em outra distribuição ou em uma versão mais antiga do Debian, peça ao suporte a versão correspondente — o programa não sobe em sistema diferente daquele para o qual foi montado.

5.2. Instalando o componente HAL

O componente macrol_eth precisa ser compilado uma vez em cada computador. Sem ele, o LinuxCNC abre, tenta carregar a configuração e para com esta mensagem:

```
macrol_eth: dlopen: /usr/lib/linuxcnc/modules/macrol_eth.so:
cannot open shared object file: No such file or directory
```

Pelo Configurador (jeito recomendado):

1. Abra o Configurador e vá até a aba Gerar.
2. No quadro “Componente HAL”, no alto da aba, confira o estado. Em verde, já está instalado e não há nada a fazer.
3. Se estiver em vermelho, clique em “Instalar o componente”.
4. Confirme a mensagem. A instalação grava na pasta de módulos do sistema e vai pedir a sua senha.
5. O relatório da compilação aparece na própria aba. A última linha diz onde o arquivo foi instalado.

ATENÇÃO — Feche o LinuxCNC antes de instalar o componente.

Pelo terminal, sem abrir a janela:

```
macrol-config --instalar-componente
```

Instalação manual (só se as duas formas acima falharem):

```
sudo apt install linuxcnc-ospace-dev
cp 'COMPONENTE HAL/macrol_eth.c' /tmp/
cd /tmp
sudo halcompile --install macrol_eth.c
```

NOTA — A cópia para /tmp não é capricho: o halcompile não aceita caminho com espaço no nome, e a pasta de origem costuma ter. O Configurador já faz essa cópia automaticamente.

5.3. Conferindo a instalação

Dois comandos respondem qualquer dúvida sobre o que está instalado — são os primeiros que o suporte vai pedir num atendimento:

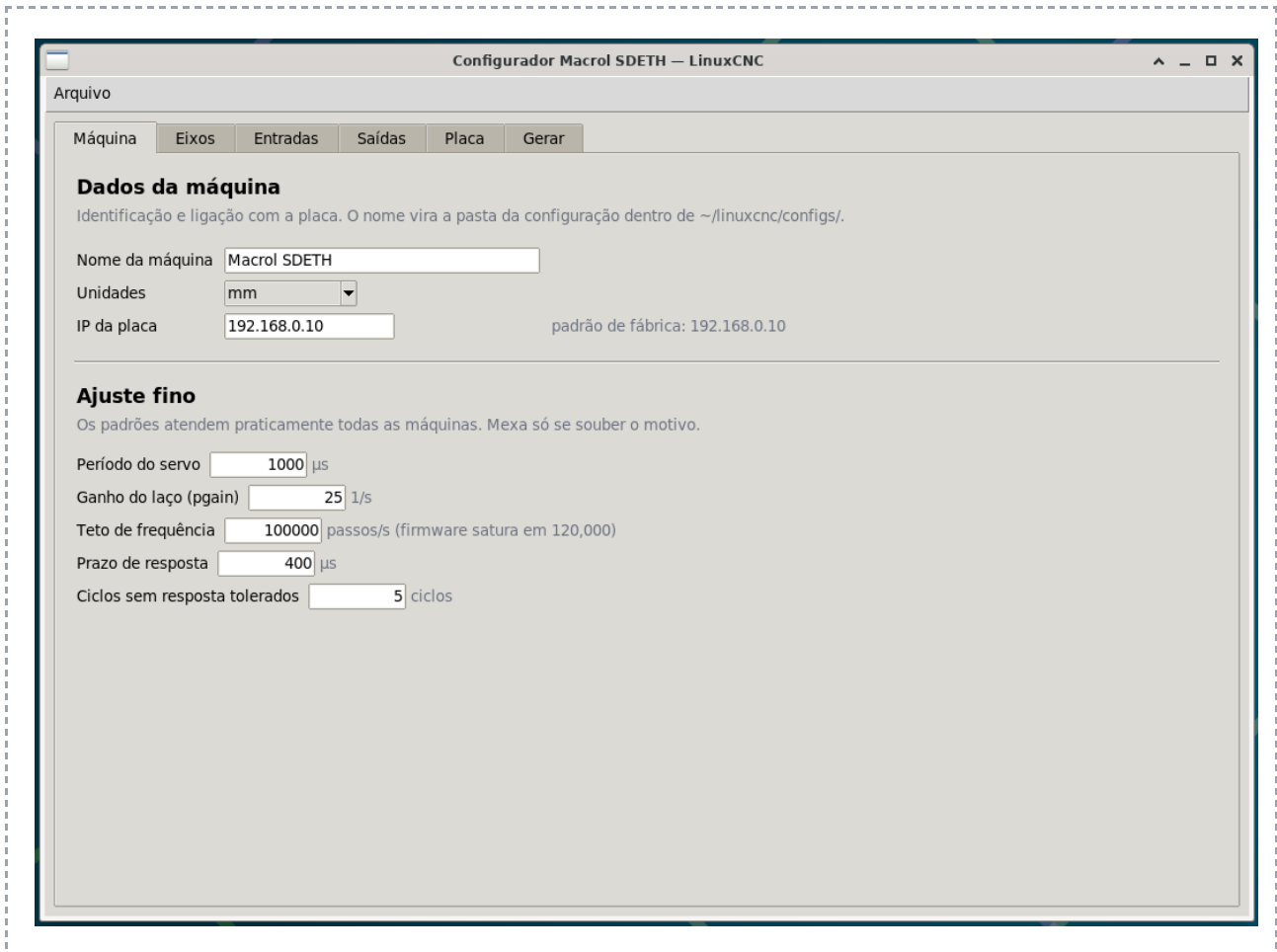
```
macrol-config --versao
macrol-config --onde
```

O --onde mostra de onde o programa está rodando, em quais pastas ele procurou os arquivos, onde encontrou o macrol_eth.c e se o componente já está compilado. Copie e cole a saída inteira quando abrir um chamado.

6. O Configurador Macrol SDETH, tela por tela

O Configurador existe para que você não precise editar arquivo HAL na mão. Você descreve a máquina — o que cada entrada e cada saída fazem, como é a mecânica de cada eixo — e ele escreve a configuração do LinuxCNC pronta para rodar.

A janela tem seis abas, na ordem em que fazem sentido ser preenchidas: Máquina, Eixos, Entradas, Saídas, Placa e Gerar.



6.1. A janela e o menu Arquivo

Na parte de baixo da janela fica a **barra de status**. Ela mostra a versão do programa e de onde ele está rodando (executável instalado ou pasta de código-fonte), além do resultado da última ação. É a primeira informação que o suporte pede.

Menu Arquivo:

Item	O que faz
Novo	Descarta a configuração atual e volta ao padrão de fábrica (fresadora XYZ métrica, nada ligado). Pergunta antes se houver alteração não salva.
Abrir projeto...	Carrega um projeto .macrolcfg salvo anteriormente.
Salvar projeto...	Grava tudo o que foi preenchido em um arquivo .macrolcfg.
Sair	Fecha o programa, parando a leitura ao vivo e o teste de saídas, se estiverem ativos.

DICA — O arquivo `.macro1cfg` guarda o projeto, não a configuração gerada. Ele serve para você reabrir a máquina de um cliente meses depois e gerar tudo de novo — depois de uma atualização de firmware, por exemplo — sem redigitar nada. Guarde um por máquina.

6.2. Aba Máquina

Identificação da máquina e ligação com a placa.

Campo	O que é	Padrão
Nome da máquina	Vira o nome da pasta da configuração dentro de <code>~/linuxcnc/configs/</code> e o nome que aparece na lista do LinuxCNC. Espaços e acentos viram sublinhado.	Macrol SDETH
Unidades	mm ou polegada. Vale para todos os campos de distância e velocidade do programa.	mm
IP da placa	Endereço da interface na rede. Só mude se a sua placa tiver sido gravada com outro endereço.	192.168.0.10

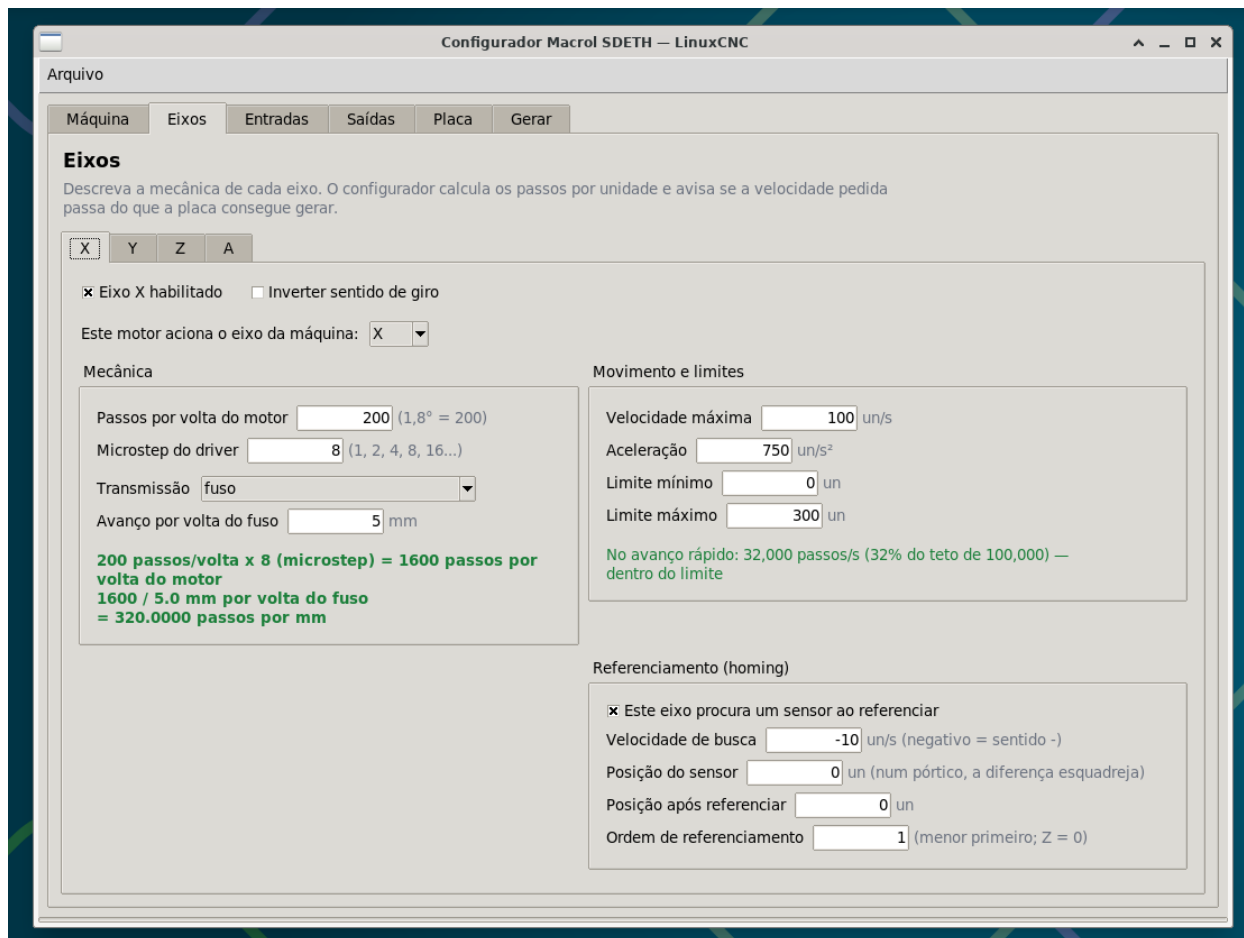
Ajuste fino

Os padrões atendem praticamente todas as máquinas. Mexa apenas se souber o motivo — e, em caso de dúvida, fale com o suporte antes.

Campo	O que é	Padrão
Período do servo	De quanto em quanto tempo o LinuxCNC troca dados com a placa. Acima de 2 ms o programa avisa: a placa espera tráfego contínuo e o watchdog dela é de 20 ms.	1000 μ s
Ganho do laço (pgain)	Quanto o componente corrige o resíduo de posição a cada ciclo. Motor “cantando” com a máquina parada é sinal de ganho alto demais; erro crescendo em rampa, de ganho baixo demais. Ajuste em passos de 10.	25
Teto de frequência	Limite de passos por segundo que o componente pode pedir por canal. É com este número que o programa avisa se a velocidade pedida cabe. O firmware satura em 120.000.	100.000
Prazo de resposta	Quanto o componente espera pela resposta da placa dentro de cada ciclo. Acima de 60% do período do servo o programa avisa.	400 μ s
Ciclos sem resposta tolerados	Quantos ciclos seguidos sem resposta antes de considerar o link caído e abrir a cadeia de emergência.	5

6.3. Aba Eixos

Há uma aba interna por canal de motor da placa: X, Y, Z e A — as mesmas letras impressas nos conectores. Cada uma tem quatro blocos.



Cabeçalho do canal

Campo	O que faz
Eixo X habilitado	Desmarque os canais que a máquina não usa. Só os canais habilitados viram juntas no LinuxCNC.
Inverter sentido de giro	Gera escala negativa. O componente inverte o comando e o retorno juntos, então a malha continua coerente — você não precisa mexer na fiação do DIR.
Este motor aciona o eixo da máquina	Diz qual eixo lógico este canal move. Normalmente é a mesma letra do conector. Dois canais apontando para a mesma letra formam um pósito.

Bloco Mecânica

Você informa a mecânica em termos físicos e o programa faz a conta, mostrando o resultado em passos por milímetro logo abaixo.

Campo	O que é
Passos por volta do motor	200 para motor de 1,8° (o mais comum), 400 para 0,9°.

Campo	O que é
Microstep do driver	A divisão de passo configurada nas chaves do driver: 1, 2, 4, 8, 16, 32...
Transmissão	Fuso, correia ou pinhão-cremalheira. Os campos abaixo mudam conforme a escolha.
Avanço por volta do fuso	Quanto o eixo anda em uma volta do fuso, em mm. Um fuso trapezoidal comum de 4 entradas costuma ser 8 mm; um TR8x2, 2 mm; uma barra roscada 1/2", 2,54 mm.
Dentes da polia do motor / do eixo	Só para correia e pinhão. A redução é dentes do eixo dividido por dentes do motor.
Avanço por volta do pinhão	Só para pinhão-cremalheira: quanto a máquina anda em uma volta do pinhão.

Exemplo: motor de 200 passos/volta, driver em 8 microsteps, fuso de 5 mm por volta → $200 \times 8 \div 5 = 320$ passos por mm.

Bloco Movimento e limites

Campo	O que é
Velocidade máxima	Avanço rápido do eixo, em unidades por segundo. Atenção: por segundo, não por minuto. 50 mm/s = 3.000 mm/min.
Aceleração	Em unidades por segundo ao quadrado. Comece conservador (300 a 800 mm/s²) e aumente depois de o eixo estar confiável.
Limite mínimo / máximo	O curso útil do eixo, em coordenada de máquina. É o que o LinuxCNC usa como soft limit. Em Z é comum usar curso negativo, com zero no topo.

Logo abaixo dos campos, o programa mostra em tempo real quanto o avanço rápido vai exigir da placa:

No avanço rápido: 32.000 passos/s (32% do teto de 100.000) — dentro do limite

Este número é o que separa uma máquina que funciona de uma que perde passo em rápido sem explicação:

Cor da mensagem	Significado	O que fazer
Verde	Abaixo de 80% do teto	Nada. Está confortável.
Amarelo	Entre 80% e 100% do teto	Funciona, mas sem margem para aumentar velocidade depois.
Vermelho	Acima do teto	Erro impeditivo. Baixe a velocidade ou reduza o microstep do driver — o programa diz exatamente para qual valor.

Erro de seguimento

Como o comando de posição vira pulso de passo

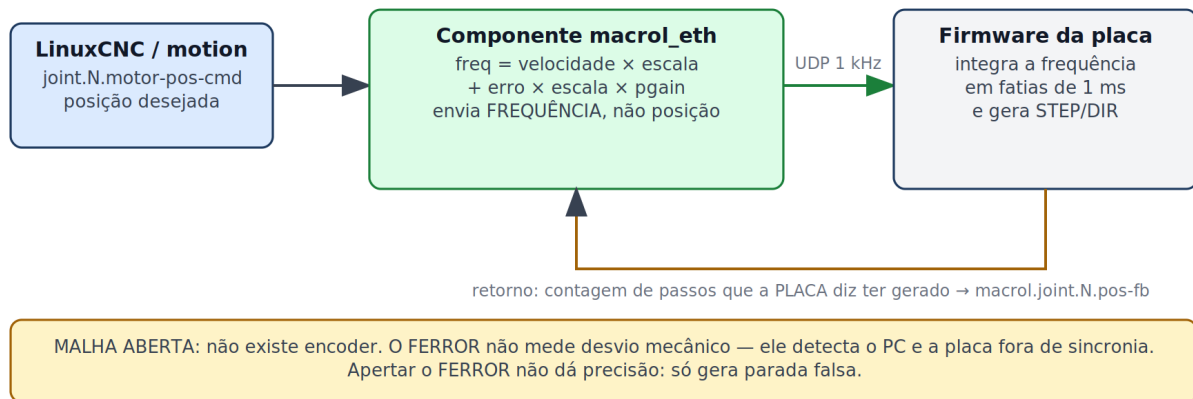


Figura 4 — O componente envia frequência, não posição; o retorno é a contagem de passos da própria placa.

Deixe marcado **“Calcular margem de erro automaticamente”**. O sistema é de malha aberta: a posição que o LinuxCNC recebe de volta é a contagem de passos que a própria placa diz ter gerado, não a leitura de um encoder. Não existe erro mecânico sendo medido — o que essa margem detecta é o computador e a placa saindo de sincronia.

Por isso a margem é dimensionada por tempo: cerca de 50 ms de deslocamento na velocidade máxima.

Velocidade máxima	Erro máximo (FERROR)	Erro mínimo (MIN_FERROR)
20 un/s	1,0	0,5
50 un/s	2,5	1,0
100 un/s	5,0	2,0

ATENÇÃO — Apertar esses valores não deixa a máquina mais precisa — só transforma qualquer solução de rede em parada com erro de seguimento. O watchdog da placa, de 20 ms, já corta o movimento numa queda de link real.

Bloco Referenciamento (homing)

Ciclo de referenciamento (homing) de um eixo

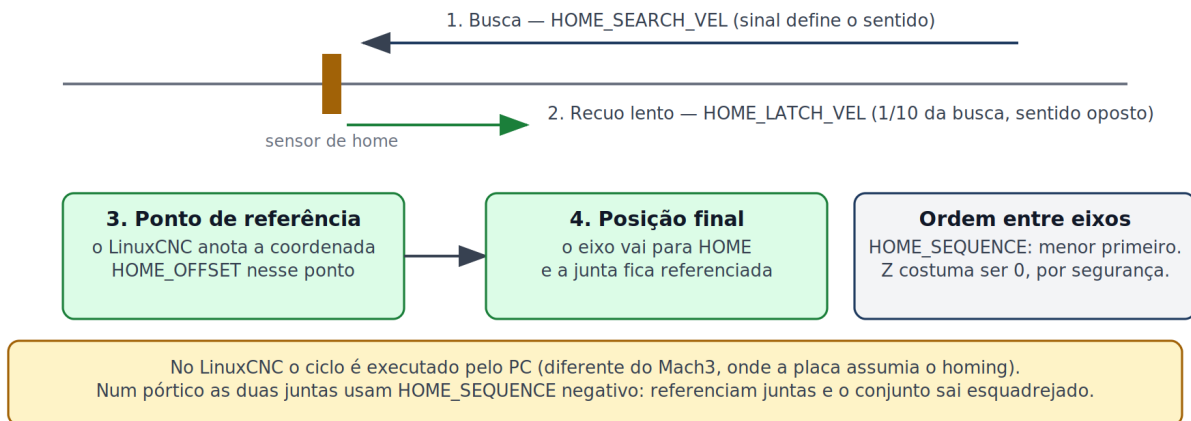


Figura 5 — O ciclo de referenciamento e os campos que o definem.

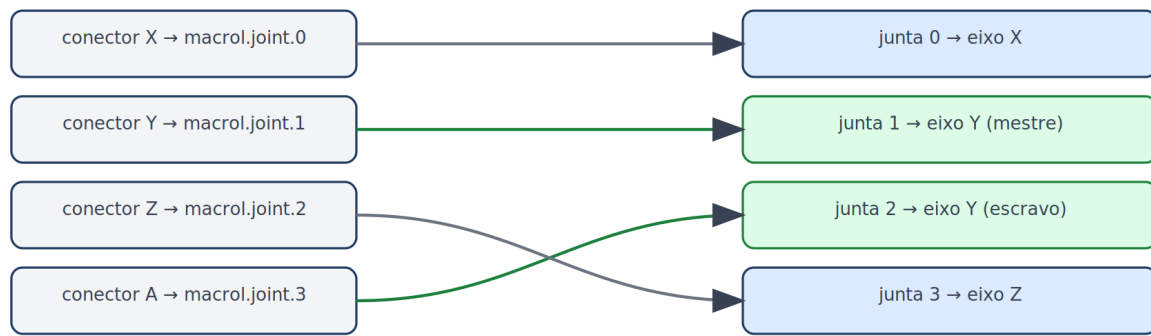
Campo	O que é
Este eixo procura um sensor ao referenciar	Desmarcado, o eixo é referenciado na posição em que estiver (home imediato).
Velocidade de busca	Velocidade com que o eixo procura o sensor. O sinal define o sentido: negativo procura no sentido negativo. O recuo lento é calculado sozinho, com um décimo dessa velocidade.
Posição do sensor	A coordenada de máquina do ponto onde o sensor está. Num pórtico, é a diferença entre os dois valores que esquadreja o conjunto.
Posição após referenciar	Para onde o eixo vai depois de encontrar a referência.
Ordem de referenciamento	Menor número primeiro. Z costuma ser 0, para subir antes de os outros eixos se moverem.

DICA — Se durante o teste o eixo sair procurando o sensor para o lado errado, inverta o sinal da velocidade de busca.

Pórtico: dois motores no mesmo eixo

A placa tem quatro canais de passo e direção, identificados pelas letras impressas no conector. Nada obriga o canal A a ser o eixo A.

1. Ligue o segundo motor do pórtico no conector A.
2. Na aba do canal A, escolha em “Este motor aciona o eixo da máquina” a mesma letra do mestre (normalmente Y).
3. O canal passa a exibir “PÓRTICO — escravo do conector Y” e os campos de velocidade, aceleração e limites ficam travados, seguindo o mestre.
4. Configure um sensor de home para cada motor, na aba Entradas.

Pórtico: conector da placa, junta do LinuxCNC e eixo da máquina

O segundo motor do pórtico fica no conector A, mas aciona o eixo Y: COORDINATES sai XYYZ. Quem resolve isso é o mapeamento junta → canal dentro do macrol.hal — você não precisa trocar motor de conector. Cada motor do pórtico precisa do SEU próprio sensor de home; é a diferença entre os offsets que esquadreja.

Figura 6 — O Configurator resolve o mapeamento entre conector, junta e eixo; você não precisa trocar motor de lugar.

O que o Configurator resolve sozinho:

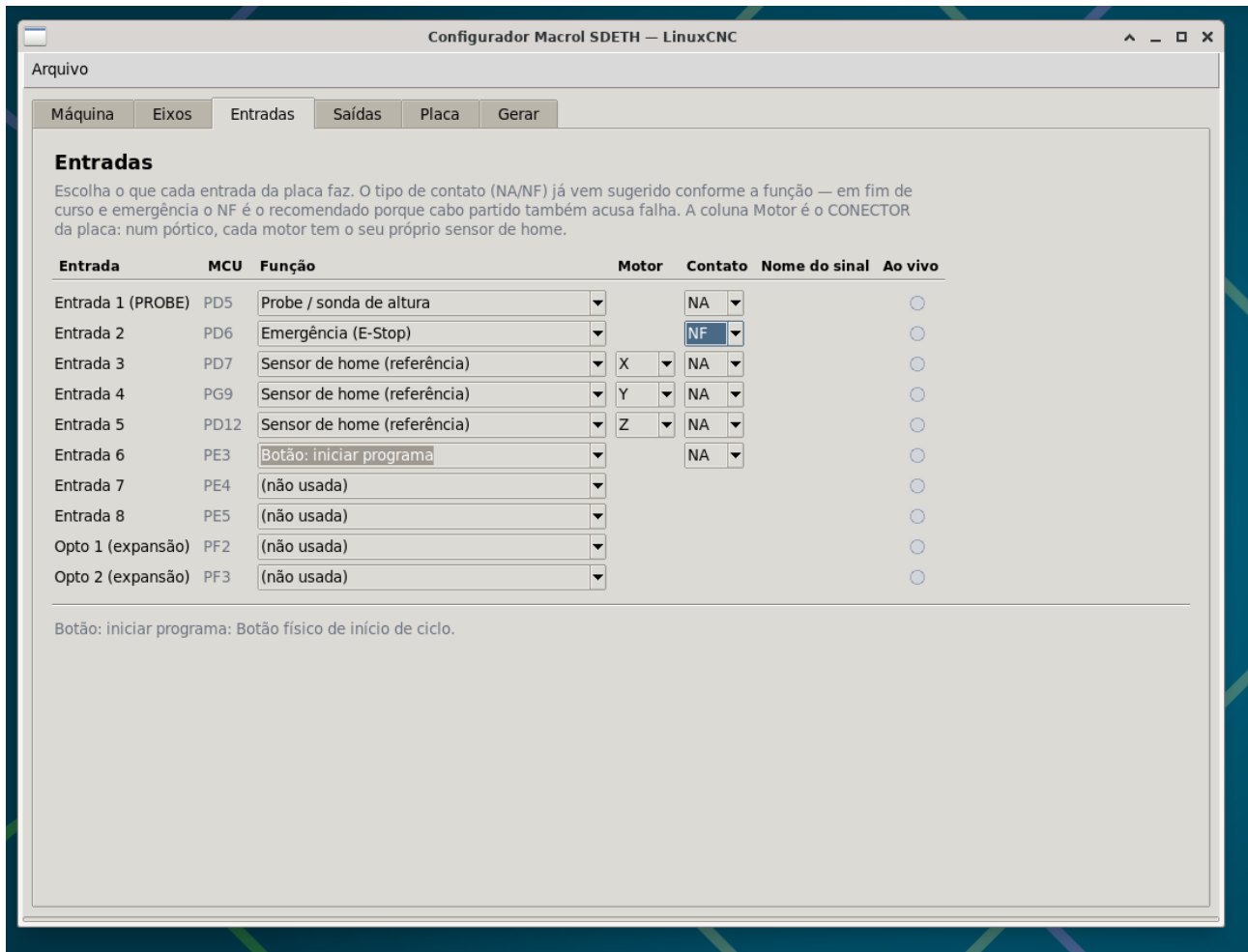
- **COORDINATES agrupado** (XYYZ), a forma convencional, sem obrigar você a trocar o motor de conector.
- **Referenciamento sincronizado**: as duas juntas do eixo recebem HOME_SEQUENCE negativo, o que faz o LinuxCNC referenciá-las juntas e esquadrear o pórtico no fim.
- **Velocidade, aceleração e limites do escravo travados** seguindo o mestre — num pórtico eles têm que bater.

ATENÇÃO — Cada motor do pórtico precisa do seu próprio sensor de home. Se faltar um, o Configurator impede a geração: sem os dois sensores não existe como esquadrear.

Para esquadrear: meça o desalinhamento e ponha a diferença no campo “**Posição do sensor**” do canal escravo. Se um lado chega 0,35 mm adiantado, o escravo fica com 0,35 e o mestre com 0. A “Posição após referenciar” é igual nos dois, porque é a mesma coordenada de eixo.

6.4. Aba Entradas

Uma linha por entrada da placa. Você escolhe o que cada uma faz; o programa cuida do resto.



Coluna	O que é
Entrada	O nome do borne na placa (Entrada 1 a 8, e as duas Opto do conector de expansão).
MCU	O pino do microcontrolador. Informação de bancada; você não precisa dela para configurar.
Função	O que essa entrada faz na máquina. A lista completa está abaixo.
Motor	Só aparece nas funções que dependem de um eixo. É o CONECTOR da placa (X, Y, Z, A), não o eixo lógico — num pórtico, cada motor tem o seu sensor.
Contato	NA (normalmente aberto) ou NF (normalmente fechado). Já vem sugerido conforme a função escolhida.
Nome do sinal	Só aparece na função “entrada genérica”: é o nome que o sinal recebe dentro do arquivo HAL.
Ao vivo	A luz acende quando aquela entrada está acionada na placa, com a leitura ao vivo ligada (aba Placa).

Funções disponíveis para as entradas

Função	Precisa do motor?	Contato sugerido	O que faz
(não usada)	—	—	A entrada fica livre. Nenhum sinal é criado.
Emergência (E-Stop)	não	NF	Abre a cadeia de emergência do LinuxCNC. Para o movimento e derruba as saídas.
Probe / sonda de altura	não	NA	Sonda de toque para medir Z ou apalpar peça. Use a Entrada 1.
Sensor de home (referência)	sim	NA	O sensor que o eixo procura ao referenciar a máquina.
Fim de curso mínimo	sim	NF	Trava o eixo no extremo negativo do curso.
Fim de curso máximo	sim	NF	Trava o eixo no extremo positivo do curso.
Home + fim de curso mínimo (mesmo sensor)	sim	NA	Um sensor só fazendo os dois papéis — montagem comum em máquina pequena.
Spindle na rotação	não	NA	Sinal do inversor avisando que o spindle chegou na rotação pedida. O LinuxCNC espera por ele antes de começar o corte.
Arco OK (plasma)	não	NA	Confirmação da fonte de plasma de que o arco abriu. Cria o sinal arc-ok para você ligar à sua lógica de plasma.
Botão: iniciar programa	não	NA	Botoeira física de início de ciclo.
Botão: pausar programa	não	NA	Botoeira física de pausa.
Botão: parar programa	não	NA	Botoeira física de parada do programa (não é emergência).
Entrada genérica (só cria o sinal)	não	NA	Cria um sinal com o nome que você der, sem ligar em nada. Para quem vai completar a fiação do HAL à mão.

NOTA — Probe, spindle na rotação, arco OK e as três botoeiras só podem aparecer uma vez. Sensor de home e fins de curso podem se repetir, desde que em motores diferentes.

NOTA — As três funções de botoeira (iniciar, pausar, parar) fazem o Configurador acrescentar o HALUI ao arquivo .ini automaticamente. Você não precisa fazer nada.

Contato NA ou NF, e por que isso importa

Todas as entradas da placa são ativo baixo. Você informa apenas que tipo de sensor comprou, e o Configurador traduz isso para o programa:

Tipo de contato	Em repouso	Acionado	Resultado no LinuxCNC
NA — normalmente aberto	o pino lê nível alto	o pino lê nível baixo	sinal vale 1 quando acionado
NF — normalmente fechado	o pino lê nível baixo	o pino lê nível alto	sinal vale 1 quando acionado

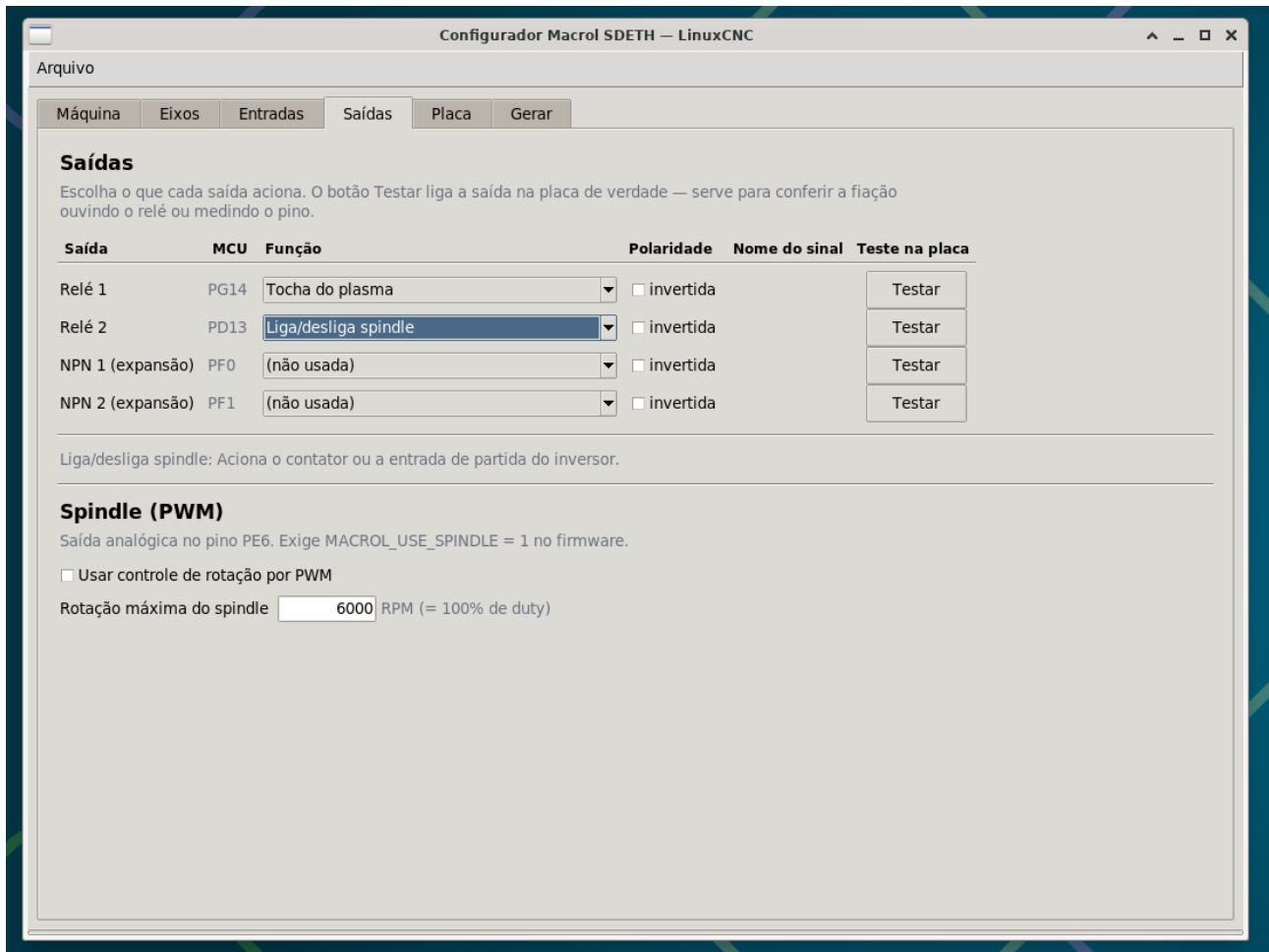
IMPORTANTE — Com sensor NPN em coletor aberto, um fio rompido lê exatamente como repouso. Em contato NA isso passa despercebido e a máquina segue liberada; em NF, o rompimento acusa como se o sensor tivesse sido acionado, e a máquina para. Use NF em emergência e em fim de curso — o Configurador já sugere assim e avisa se você trocar.

A coluna Ao vivo

É o recurso que mais economiza tempo em campo. Com a leitura ao vivo ligada (botão na aba Placa), acione um sensor de cada vez e veja qual luz acende: é assim que se descobre em qual entrada cada sensor está, sem consultar diagrama e sem multímetro.

6.5. Aba Saídas

Uma linha por saída, com um botão de teste que aciona o relé na placa de verdade.



Coluna	O que é
Saída	O nome do borne (Relé 1, Relé 2, e as duas NPN do conector de expansão).
MCU	O pino do microcontrolador.
Função	O que essa saída aciona.
Polaridade	Marcando “invertida”, a saída fica ligada quando o comando está desligado. Serve para acionamentos que trabalham em lógica invertida.
Nome do sinal	Só na função “saída genérica”.
Teste na placa	Liga e desliga a saída fisicamente.

Funções disponíveis para as saídas

Função	O que faz
(não usada)	A saída fica livre.
Liga/desliga spindle	Aciona o contator ou a entrada de partida do inversor (comando M3/M4/M5).
Spindle sentido horário	Comando de sentido horário (M3).
Spindle sentido anti-horário	Comando de sentido anti-horário (M4).

Função	O que faz
Refrigeração - jato (M8)	Bomba de refrigeração acionada por M8.
Refrigeração - névoa (M7)	Névoa ou ar acionado por M7.
Habilita drivers	Fica ligada enquanto a máquina está habilitada. Serve para o pino ENABLE dos drivers ou para um contator de potência.
Tocha do plasma	Cria o sinal torch-on para você ligar à sua lógica de plasma (THC, atraso de perfuração, etc.).
Saída genérica (só cria o sinal)	Cria um sinal com o nome que você der, sem origem automática.

O botão Testar

A forma mais rápida de conferir a fiação de uma saída é ouvir o clique do relé. Ao clicar em Testar pela primeira vez, o programa pede confirmação e explica o que vai acontecer.

IMPORTANTE — O relé fecha de verdade, e o que estiver ligado nele liga. Antes de testar, confirme que é seguro: tocha, spindle e bomba desligados da rede, ninguém com a mão na máquina.

Durante o teste os quatro eixos ficam desabilitados e a frequência de passo enviada é zero — **nenhum motor pode se mover**.

ATENÇÃO — Feche o LinuxCNC antes de usar o teste de saídas ou a leitura ao vivo. Dois programas comandando a mesma placa se atrapalham.

Spindle por PWM

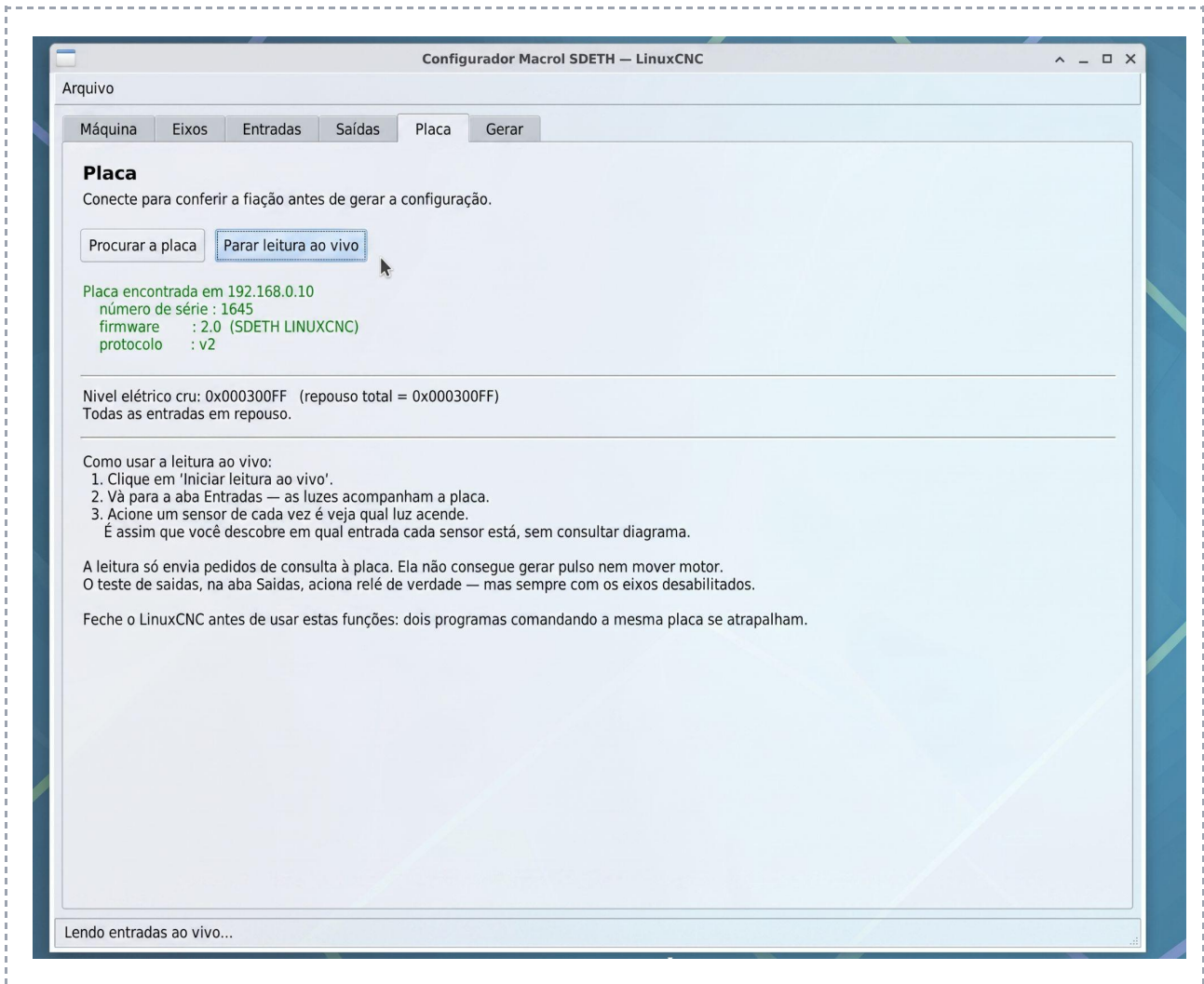
Na parte de baixo da aba fica o controle de rotação por PWM, disponível no pino PE6 da placa.

- Marque “Usar controle de rotação por PWM”.
- Informe a rotação máxima do spindle — é ela que corresponde a 100% de ciclo de trabalho.

ATENÇÃO — O PWM exige que o firmware da placa tenha sido compilado com a função de spindle habilitada. Com ela desligada, a placa ignora o comando de rotação e o pino fica parado. Se você comprou a função, peça ao suporte a atualização de firmware correspondente.

6.6. Aba Placa

Serve para conferir a comunicação e a fiação antes de gerar a configuração.



Procurar a placa

O botão pergunta à placa quem ela é e mostra:

- número de série;
- versão do firmware;
- versão do protocolo.

Se a versão do protocolo não bater com a que o Configurador escreve, aparece um aviso em vermelho. Isso é importante: **o mapa de entradas e saídas mudou entre a v1 e a v2**, e uma configuração gerada para uma versão aciona a saída errada na outra, em silêncio. Atualize o firmware antes de continuar.

Leitura ao vivo

1. Clique em “Iniciar leitura ao vivo”.
2. Vá para a aba Entradas — as luzes passam a acompanhar a placa.
3. Acione um sensor de cada vez e veja qual luz acende.

Na própria aba Placa aparece também o nível elétrico cru das entradas, em hexadecimal, e um resumo:

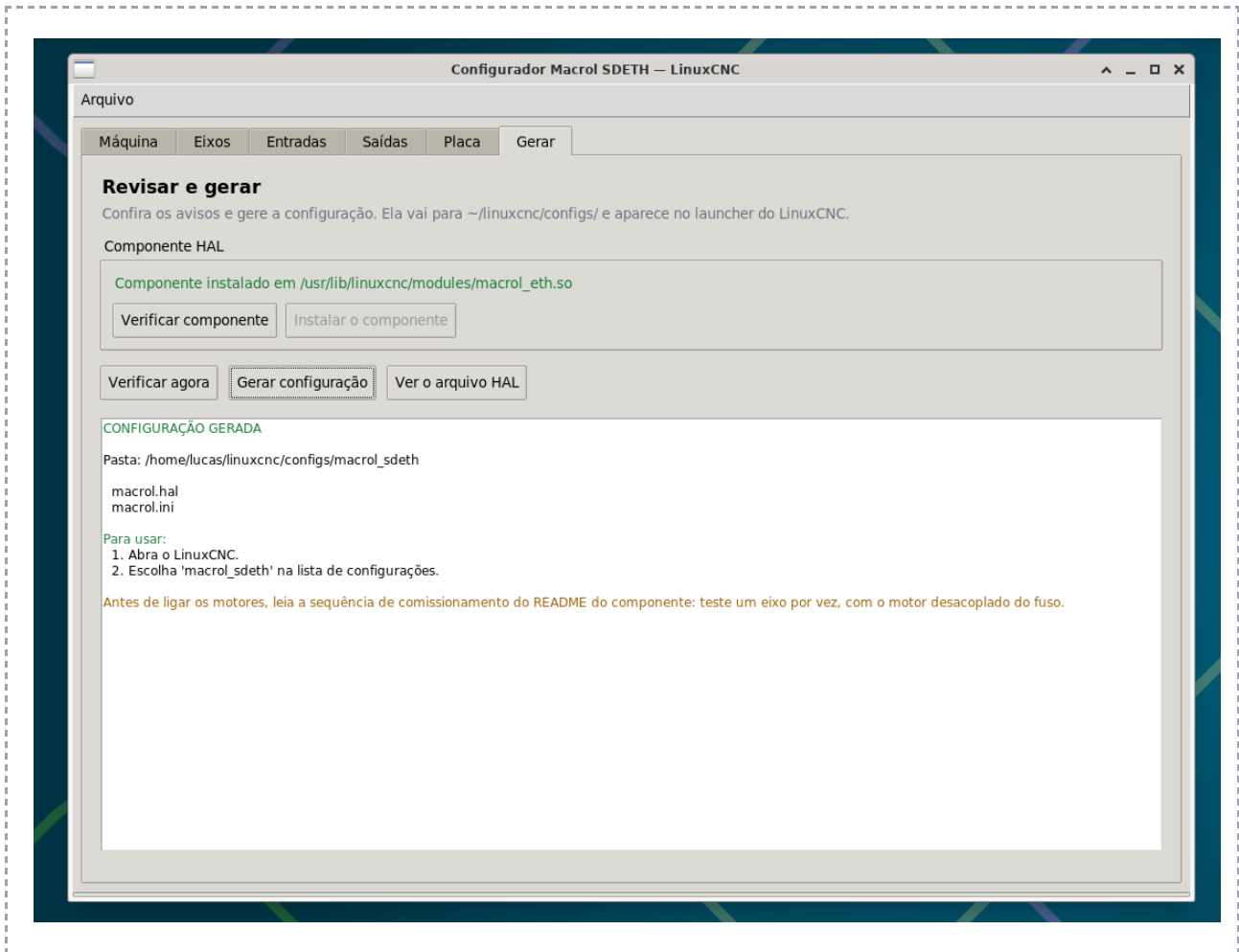
Nível elétrico cru: 0x000300FF (repouso total = 0x000300FF)

Todas as entradas em repouso.

DICA — Se aparecer 0x00000000, com todas as entradas lendo zero, o problema é quase sempre a alimentação do circuito de entrada — não dez sensores acionados ao mesmo tempo.

NOTA — A leitura ao vivo envia apenas pedidos de consulta. Ela não rearma o watchdog da placa, não altera estado nenhum e é incapaz de gerar pulso ou mover motor.

6.7. Aba Gerar



Quadro Componente HAL

No alto da aba, mostra se o componente `macrol_eth` está instalado. Em verde, tudo certo. Em vermelho, use o botão “Instalar o componente” (seção 5.2). A verificação também roda sozinha ao abrir o programa.

Verificar agora

Confere a configuração inteira e separa o resultado em dois grupos:

Grupo	Significado
PROBLEMAS QUE IMPEDEM GERAR	Erros. A geração fica bloqueada até você corrigir. Cada mensagem diz o que está errado e o que fazer.
AVISOS	Dá para gerar assim mesmo, mas leia: são situações que funcionam e podem ser intencionais, mas que costumam ser engano.

A lista completa das mensagens, com a causa e a correção de cada uma, está na seção 9.1.

Gerar configuração

Escreve a pasta da máquina dentro de `~/linuxcnc/configs/` e mostra o que foi gravado. Antes de gravar, o programa relê o arquivo `.ini` que acabou de montar com a mesma régua do LinuxCNC e recusa gravar se encontrar algo que seria lido errado.

Ver o arquivo HAL

Abre uma prévia do macrol.hal que seria gerado, sem gravar nada. O arquivo sai comentado em português: se um dia você precisar de ajuda de alguém, essa pessoa abre o arquivo e entende o que cada linha faz.

6.8. Comandos de terminal

Existem para Debug: Pedir ao cliente que clique em coisas é lento (caso você seja um fabricante), e uma linha colada no terminal responde na hora.

Comando	O que mostra
macrol-config	Abre a janela (mesma coisa que o ícone do menu).
macrol-config --versao	A versão instalada.
macrol-config --onde	De onde o programa roda, onde procurou os arquivos, onde achou o componente e se ele já está compilado.
macrol-config --instalar-componente	Compila e instala o componente HAL sem abrir a janela.
macrol-config --ajuda	A lista dos comandos.

7. Gerando a configuração e a primeira partida

7.1. O que é gerado

A configuração vai para uma pasta com o nome da máquina:

```
~/linuxcnc/configs/<nome_da_maquina>/
  macrol.hal      configuração do HAL, comentada em português
  macrol.ini      parâmetros da máquina
  macrol.var      variáveis do G-code (só na primeira vez)
  tool.tbl       tabela de ferramentas (só na primeira vez)
```

NOTA — Ao gerar de novo, o macrol.hal e o macrol.ini anteriores são preservados com sufixo .bak seguido da data e hora — nunca se perde uma configuração que já estava funcionando. O macrol.var e o tool.tbl nunca são sobrescritos, porque guardam estado de uso.

ATENÇÃO — Você pode editar os arquivos à mão, mas gerar de novo pelo Configurador sobrescreve tudo. Se editar à mão, guarde uma cópia fora da pasta.

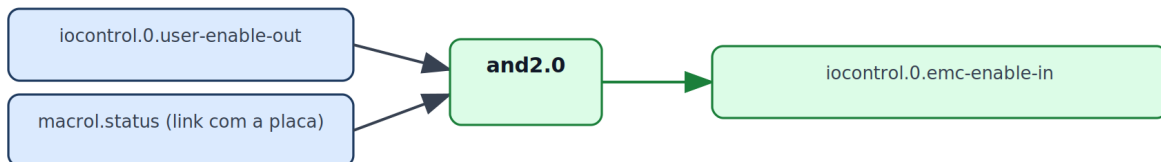
7.2. Abrindo no LinuxCNC

1. Abra o LinuxCNC pelo menu de aplicativos.
2. Na lista de configurações, escolha a máquina pelo nome que você deu.
3. A tela do Axis abre com a máquina em emergência.

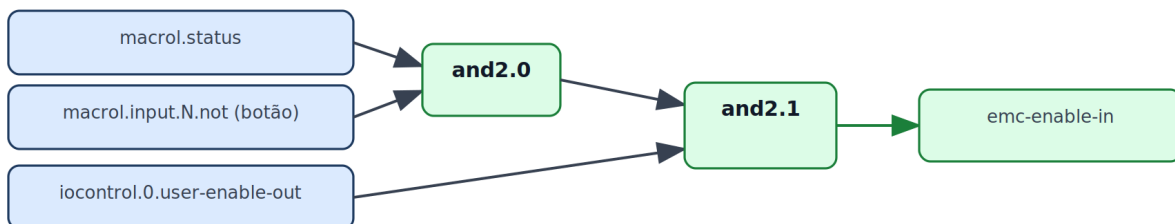
A máquina abrir em emergência é o comportamento correto, não um defeito.

A cadeia de emergência do LinuxCNC

A) Sem botão de emergência ligado a uma entrada

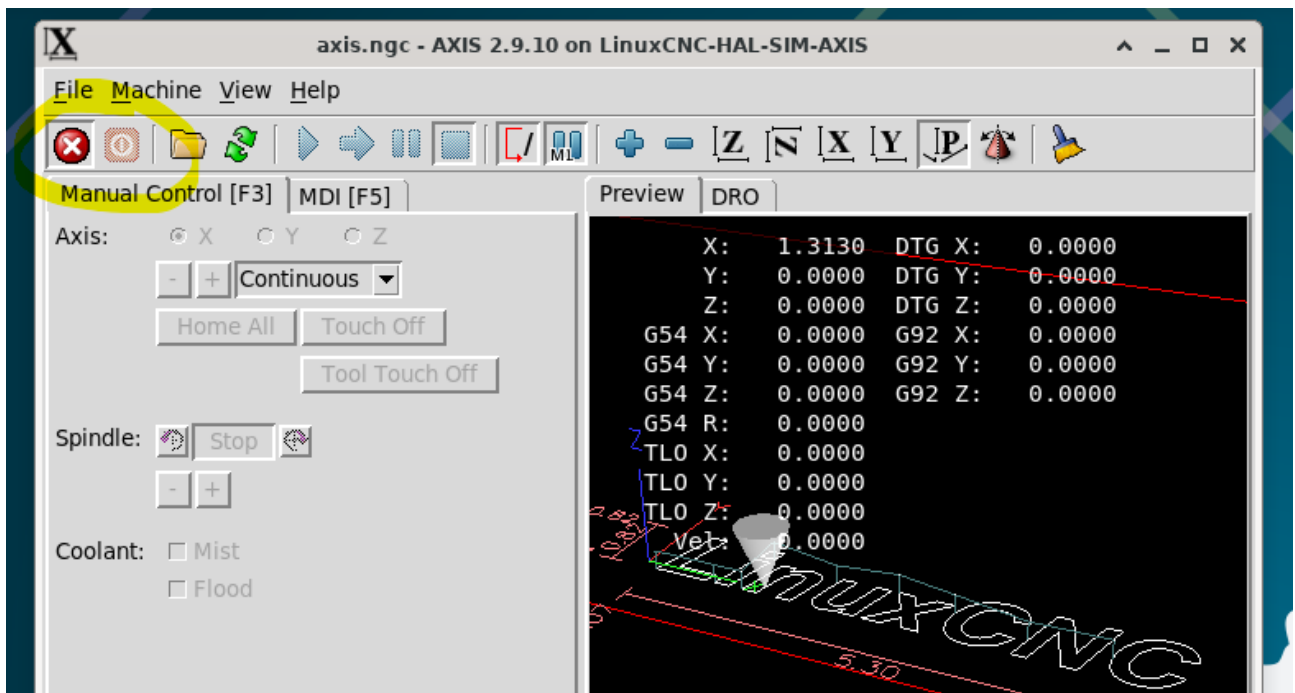


B) Com botão de emergência em uma entrada da placa



O user-enable-out nasce em 0 e só sobe quando o operador tira do E-Stop (F1). Por isso o LinuxCNC SEMPRE abre em emergência — é o comportamento correto, não um defeito. Se o emc-enable-in viesse só do hardware, a máquina ligaria mas nenhum eixo se moveria.

Figura 7 — A cadeia de emergência montada pelo Configurador inclui o próprio LinuxCNC.



1. Aperte F1 para tirar da emergência.
2. Aperte F2 para ligar a máquina.
3. Se a máquina não sair da emergência, o link com a placa não está bom — veja a seção 9.3.

7.3. Sequência de comissionamento

IMPORTANTE — Faça esta sequência com os motores DESACOPLADOS dos fusos, ou com a máquina em condição de parar sem consequência. Um sentido invertido ou uma escala errada na primeira partida vira colisão.

1. Confira as entradas antes de tudo. Com o LinuxCNC fechado, use a leitura ao vivo do Configurador e acione cada sensor: confirme que cada um está onde você configurou.
2. Abra o LinuxCNC, aperte F1 e F2. A máquina precisa ligar sem erro.
3. Movimente um eixo por vez, em jog, na velocidade mais baixa. Confirme o sentido: o eixo X deve ir para a direita quando você manda para o positivo. Se estiver invertido, marque “Inverter sentido de giro” naquele canal e gere de novo.
4. Confira a escala: mande o eixo andar 100 mm em MDI (G0 X100) e meça com paquímetro ou relógio comparador. Se andar diferente, revise a mecânica na aba Eixos.
5. Teste o referenciamento de um eixo por vez, com a velocidade de busca baixa e a mão perto do botão de emergência.
6. Depois de referenciar, leve cada eixo por jog até perto dos extremos e confirme que o LinuxCNC para antes do batente físico (soft limits).
7. Repita o referenciamento algumas vezes e confira a repetibilidade do zero, com relógio comparador se possível.
8. Só então acople os motores e aumente a velocidade e a aceleração aos poucos.

7.4. Acompanhando a saúde do link

O componente publica alguns valores de diagnóstico que você pode acompanhar com a máquina rodando. No Axis, abra o menu Máquina → “Mostrar configuração do HAL” (Show HAL Configuration), vá na aba Watch e procure por:

Valor	O que significa	Faixa esperada
macrol.rtt-us	Tempo de ida e volta da última troca com a placa, em microssegundos. É a principal ferramenta de diagnóstico de rede.	100 a 300 µs em cabo direto
macrol.no-response	Quantos ciclos passaram sem resposta da placa.	0, ou crescimento muito lento
macrol.packet-error	Pacotes malformados recebidos.	0
macrol.status	1 enquanto o link está saudável.	1
macrol.input-raw	Nível elétrico cru das dez entradas, em bitmask.	0x000300FF com nada acionado
macrol.joint.N.saturated	1 quando aquele canal está pedindo mais frequência do que o teto permite.	0

DICA — Um rtt-us acima de 500 µs de forma consistente quase sempre significa switch ou roteador no caminho, ou economia de energia ligada na placa de rede do computador.

7.5. Ajuste fino do ganho (pgain)

O valor padrão, 25, atende a maioria das máquinas. Ajuste em passos de 10 e apenas se observar um destes sintomas:

Sintoma	Causa provável	O que fazer
Motor “cantando” com a máquina parada	Ganho alto demais	Reduza o pgain.
Erro de seguimento crescendo nas rampas de aceleração	Ganho baixo demais, ou teto de frequência abaixo do que a trajetória pede	Aumente o pgain. Antes, confira macrol.joint.N.saturated: se estiver em 1, o problema é o teto de frequência.

8. Referência de entradas e saídas

Esta é a correspondência entre o que está impresso na placa e o nome que o LinuxCNC usa. Você não precisa dela para usar o Configurator — ela serve para quem vai ler ou editar o arquivo HAL, e para o atendimento.

8.1. Canais de passo e direção

Conector na placa	Nome no LinuxCNC	Pinos do MCU (STEP / DIR)
X	macrol.joint.0	PC10 / PC11
Y	macrol.joint.1	PC12 / PD0
Z	macrol.joint.2	PD1 / PD2
A	macrol.joint.3	PD3 / PD4

NOTA — O canal é fixo por conector, mas a junta do LinuxCNC não precisa ter o mesmo número: é esse mapeamento que permite montar um pórtico com o segundo motor no conector A. Quem resolve isso é o arquivo HAL gerado.

8.2. Entradas

Borne na placa	Nome no LinuxCNC	MCU	Observação
Entrada 1	macrol.input.1	PD5	Recomendada para o probe
Entrada 2	macrol.input.2	PD6	livre
Entrada 3	macrol.input.3	PD7	livre
Entrada 4	macrol.input.4	PG9	livre
Entrada 5	macrol.input.5	PD12	livre
Entrada 6	macrol.input.6	PE3	livre
Entrada 7	macrol.input.7	PE4	livre
Entrada 8	macrol.input.8	PE5	livre
Opto 1 (expansão)	macrol.opto.1	PF2	conector IDC
Opto 2 (expansão)	macrol.opto.2	PF3	conector IDC

Cada entrada exporta também a versão negada (.not) e o parâmetro .invert, que o Configurator ajusta conforme o tipo de contato escolhido. O nível elétrico cru das dez entradas fica visível em `macrol.input-raw`; com nada acionado ele deve ler `0x000300FF`.

8.3. Saídas

Borne na placa	Nome no LinuxCNC	MCU	Tipo
OUT1	macro1.rele.1	PG14	Relé, contato NA, 10 A
OUT2	macro1.rele.2	PD13	Relé, contato NA, 10 A
NPN 1 (expansão)	macro1.npn.1	PF0	Saída NPN, conector IDC
NPN 2 (expansão)	macro1.npn.2	PF1	Saída NPN, conector IDC

8.4. Saídas analógicas e reservas

Nome no LinuxCNC	Situação
macro1.spindle-pwm	PWM no pino PE6, escala de 0 a 1000 (0 a 100%). Exige a função de spindle habilitada no firmware.
macro1.arc-voltage	Reservado para a entrada analógica de tensão de arco do plasma. Ainda não implementado — lê 0.
macro1.setpoint.1 / macro1.pv.1	Reservados para uso futuro.

NOTA — O protocolo reserva faixas separadas de bits para a I/O padrão e para a expansão. Acrescentar entradas ou saídas no futuro não renumera nada do que já existe: a configuração de um cliente antigo continua apontando para o mesmo borne físico.

9. Erros possíveis e como resolver

Este capítulo está organizado pelo momento em que o problema aparece: ao gerar a configuração, ao subir o LinuxCNC, na comunicação, no movimento e na parte elétrica.

9.1. Mensagens do Configurador ao verificar ou gerar

Problemas que impedem gerar

Mensagem	Por que aparece	O que fazer
Dê um nome para a máquina.	O campo Nome da máquina está vazio.	Preencha na aba Máquina. É esse nome que aparece na lista do LinuxCNC.
IP da placa inválido	O endereço digitado não é um IPv4 válido.	Corrija. O padrão de fábrica é 192.168.0.10.
Habilite pelo menos um canal de motor.	Todos os canais estão desmarcados.	Marque “Eixo X habilitado” nos canais que a máquina usa.
Canal X: a mecânica resulta em 0 passos por unidade.	Algum campo da mecânica está em zero — passo do fuso, avanço do pinhão ou dentes da polia.	Revise o bloco Mecânica daquele canal.
Canal X: a velocidade máxima exige N passos/s, acima do teto	A combinação de microstep, mecânica e velocidade pede mais pulsos do que a placa pode gerar.	A própria mensagem dá as duas saídas: baixar a velocidade para o valor indicado, ou reduzir o microstep do driver para o valor indicado.
Canal X: o limite máximo precisa ser maior que o mínimo.	Os limites de curso estão invertidos ou iguais.	Em Z, lembre que o curso costuma ser negativo (mínimo -100, máximo 0).
Canal X: aceleração / velocidade máxima precisa ser > 0.	Campo zerado ou negativo.	Preencha com um valor positivo.
Canal X: o erro de seguimento máximo precisa ser maior que o mínimo.	Valores ajustados à mão de forma incoerente.	Marque “Calcular margem de erro automaticamente”.
Eixo Y em pórtico: cada motor precisa do seu próprio sensor de home.	Dois canais movem o mesmo eixo, mas só um tem sensor de home configurado.	Configure um sensor de home para cada canal, na aba Entradas, escolhendo o motor correspondente na coluna Motor.
Entrada N: a função escolhida precisa que você escolha o motor.	Funções de home e fim de curso dependem de um eixo.	Escolha o canal na coluna Motor.
Entrada N: está atribuída ao canal X, que não está habilitado.	A entrada aponta para um canal desmarcado na aba Eixos.	Habilite o canal, ou aponte a entrada para outro.
Entrada N e Entrada M estão as duas com a mesma função.	Função que só pode existir uma vez foi escolhida duas vezes.	Deixe apenas uma.
Entrada/Saída N: dê um nome ao sinal genérico.	Função genérica escolhida sem nome de sinal.	Preencha a coluna Nome do sinal — sem espaços e sem acento.
Spindle: a rotação máxima precisa ser > 0.	PWM do spindle habilitado com rotação máxima zerada.	Informe a rotação que corresponde a 100%.

Avisos (dá para gerar, mas leia)

Aviso	O que significa
Canal X usa 85% do teto de frequência	Funciona, mas não sobra margem para aumentar a velocidade depois. Se puder, reduza um passo de microstep.
Nenhuma entrada foi definida como Emergência	A máquina só vai parar por perda de link com a placa. Se o botão de emergência da sua máquina já corta a energia dos drivers por circuito próprio, isso pode ser intencional.
O E-Stop está em contato NA	Com NA, cabo partido não é detectado e a máquina continuaria liberada. Prefira NF.
Fim de curso em contato NA não detecta cabo partido	Mesma lógica do item acima.
Canal X está marcado para referenciar mas não tem sensor de home	O LinuxCNC vai referenciar aquele eixo na posição em que ele estiver. Só é aceitável se a máquina não tiver sensor mesmo.
Eixo Y em pórtico: velocidade, aceleração e limites do escravo foram igualados ao mestre	Comportamento esperado. Num pórtico esses valores têm que bater, senão o LinuxCNC gera comando que uma das juntas não consegue seguir.
Eixo Y tem 3 motores	Funciona, mas é incomum. Confira se não foi engano na coluna “Este motor aciona o eixo da máquina”.
Erro de seguimento mínimo apertado para essa velocidade	Você desmarcou o cálculo automático e digitou um valor pequeno. Como o retorno vem da contagem de passos e não de encoder, margem apertada não dá precisão — só gera parada falsa.
Spindle por PWM exige a função habilitada no firmware	Sem isso a placa ignora o comando de rotação e o pino fica parado. Peça a atualização ao suporte.
Período do servo acima de 2 ms	A placa espera tráfego contínuo e tem watchdog de 20 ms. Períodos longos aproximam do limite.
O prazo de resposta é grande demais para o período do servo	Reduza o prazo de resposta para no máximo metade do período.

9.2. O LinuxCNC não sobe

“cannot open shared object file”

```
macrol_eth: dlopen: /usr/lib/linuxcnc/modules/macrol_eth.so:
cannot open shared object file: No such file or directory
```

Causa: o componente HAL não está instalado neste computador.

Solução: abra o Configurador, vá na aba Gerar e clique em “Instalar o componente” (seção 5.2). É o erro mais comum numa máquina nova.

O componente recusa carregar por versão de protocolo

Causa: o firmware gravado na placa fala uma versão de protocolo diferente da que o componente usa. O componente pergunta isso à placa na carga e recusa continuar.

Por que ele recusa em vez de tentar: o pacote das duas versões tem exatamente o mesmo tamanho; só o significado dos bits de entrada e saída mudou. Um firmware antigo aceitaria o pacote sem reclamar e acionaria o relé errado, em silêncio.

Solução: atualize o firmware da placa para a versão de LinuxCNC atual, usando o aplicativo de migração de firmware. Na dúvida sobre qual firmware está gravado, use o botão “Procurar a placa” na aba Placa.

A placa não responde durante a carga

A configuração começa a subir e para logo no início, sem chegar à tela do Axis. Veja a seção 9.3 — é problema de comunicação, não de configuração.

A máquina abre, mas anda absurdamente devagar

```
check_config:
  Unspecified [JOINT_0]MAX_VELOCITY,      default used: 1.0
  Unspecified [JOINT_0]MAX_ACCELERATION, default used: 1.0
```

Causa: o LinuxCNC não encontrou a seção da junta no arquivo .ini e assumiu o valor padrão de 1,0 — sem dar erro nenhum. Isso acontece quando um cabeçalho de seção tem texto na mesma linha, por exemplo [JOINT_0] seguido de um comentário.

Solução: se o arquivo foi editado à mão, mova o comentário para a linha de cima. Se ele veio do Configurador sem edição, avise o suporte: o programa confere isso antes de gravar e essa mensagem não deveria aparecer.

Erros ao instalar o componente

Mensagem	Causa	Solução
gcc: error: HAL: linker input file not found	A compilação partiu de uma pasta com espaço no nome.	O Configurador já contorna copiando para /tmp. Se ainda aparecer, a própria instalação do LinuxCNC está em caminho com espaço — chame o suporte.
hal.h: No such file or directory	Faltam os cabeçalhos de desenvolvimento do LinuxCNC.	<code>sudo apt install linuxcnc-usr-dev</code>
Permission denied	Faltou permissão para gravar na pasta de módulos do sistema.	Use o comando manual da seção 5.2, com <code>sudo</code> , em um terminal.
no askpass program specified	O sistema não tinha como pedir a senha em janela.	Use o comando manual da seção 5.2 em um terminal.

Mensagem	Causa	Solução
O halcompile terminou sem erro, mas o .so não apareceu	Instalação do LinuxCNC fora do padrão.	Chame o suporte com a saída de macrol-config --onde.
Não achei o arquivo macrol_eth.c	O programa foi montado sem o componente embutido.	Avise o suporte informando a versão. Como contorno, use o botão “Instalar o componente” e aponte o arquivo manualmente.

Primeiro jog dá erro de seguimento, com a máquina recém-ligada

Causa: a cadeia de emergência do arquivo HAL foi editada à mão e o pino que informa a emergência ao LinuxCNC passou a vir apenas do hardware. Nesse caso o LinuxCNC entende que nunca esteve em emergência, nunca emite o comando de sair dela, e o componente da placa nunca é habilitado: a máquina liga, mas só recebe pacotes zerados.

Solução: gere a configuração de novo pelo Configurador, que monta a cadeia corretamente (figura 7). Se você precisa mesmo editar o HAL à mão, mantenha o `iocontrol.0.user-enable-out` dentro da cadeia.

“Erro interno ao montar o INI”

Antes de gravar, o Configurador relê o arquivo que acabou de montar. Se essa conferência falhar, nada é gravado e a mensagem pede o relato. É defeito do programa, não erro de preenchimento: mande a mensagem inteira para o suporte.

9.3. A placa não responde

Mensagens típicas: “A placa em 192.168.0.10 não respondeu na porta 7000” ou “Sem resposta da placa”.

Confira nesta ordem — o primeiro item resolve a maioria dos casos:

1. A placa está alimentada? Confira a fonte de 12 a 24 Vcc e o LED de energia.
2. O LED de link do conector RJ45 está aceso? Se não, o problema é o cabo ou o conector.
3. O computador está na mesma faixa de IP? Rode `ip addr` e confirme o 192.168.0.5 na placa de rede cabeada.
4. Há switch, roteador ou Wi-Fi no caminho? A ligação precisa ser direta.
5. O cabo é direto (não crossover) e do padrão certo dos dois lados?
6. O LinuxCNC está aberto? Ele e o Configurator não podem comandar a placa ao mesmo tempo — feche um deles.
7. O firmware está gravado? Se o LED ERRO estiver piscando devagar, a placa está sem firmware válido (seção 9.6).

DICA — O teste mais rápido: com o LinuxCNC fechado, abra o Configurator, vá na aba Placa e clique em “Procurar a placa”. Se ela responder, o problema não é de rede.

O link cai durante a operação

Sintomas: a máquina para sozinha, o LinuxCNC entra em emergência e o LED ERRO da placa acende fixo.

Causa provável	Como confirmar	Solução
Latência do computador	<code>macro1.rtt-us</code> alto ou com picos; <code>latency-histogram</code> com pico acima de 500 μ s	Desligue economia de energia no BIOS e na placa de rede; veja a seção 3.5.
Elemento de rede no caminho	Existe switch ou roteador entre o PC e a placa.	Ligue direto.
Cabo ruim ou mal crimpado	<code>macro1.packet-error</code> crescendo	Troque o cabo por um CAT5e/CAT6 novo.
Ruído elétrico no painel	As quedas coincidem com o acionamento do inversor, do plasma ou de um contator.	Separe o cabo de rede dos cabos de potência, aterre a blindagem em um ponto só e revise o aterramento do painel.

9.4. Problemas de movimento

A máquina liga, mas o eixo não se move

Siga a escada de diagnóstico: cada degrau só faz sentido se o de cima estiver satisfeito.

Escada de diagnóstico: um degrau explica o de baixo

1. A máquina estava **LIGADA**?

F1 tira do E-Stop, F2 liga. Sem isso nada abaixo tem significado.

2. O componente estava **HABILITADO**?

Com a máquina ligada e ainda desabilitado: é fiação da cadeia de emergência no .hal.

3. O componente **MANDOU** frequência?

Se não: canal sem enable, ou escala (STEP_SCALE) zerada.

4. A placa **DEVOLVEU** movimento?

Razão entre retorno e comando: 0 = a placa recebe mas não pulsa (watchdog ou firmware); menor que 0,9 = descompasso de relógio; perto de 1 = link bom, o FERROR é que estava apertado.

Ferramenta: `python3 diagnostico_macro1.py --eixo 1` (com o LinuxCNC aberto e a máquina ligada)

Figura 8 — A escada de diagnóstico. Um degrau explica o de baixo.

A ferramenta `diagnostico_macro1.py` percorre essa escada sozinha, com o LinuxCNC aberto e a máquina ligada. Ela é entregue pelo suporte durante o atendimento — não vem no pacote de instalação, porque precisa das bibliotecas do LinuxCNC em execução.

Outros sintomas

Sintoma	Causa provável	Solução
O eixo anda para o lado errado	Sentido de giro invertido	Marque “Inverter sentido de giro” naquele canal e gere de novo. Não mexa na fiação do DIR.
O eixo anda uma distância diferente da comandada	Mecânica informada errada (passo do fuso, microstep, polias)	Revise o bloco Mecânica. Meça 100 mm comandados com relógio comparador.
Perde passo só no avanço rápido	Teto de frequência estourado — confira <code>macro1.joint.N.saturated</code>	Reduza a velocidade máxima ou o microstep do driver. O aviso da aba Eixos já diz o valor.
Erro de seguimento ao acelerar	Ganho baixo demais, ou aceleração acima do que o motor entrega	Aumente o pgain em passos de 10; se não resolver, reduza a aceleração.
Motor “canta” com a máquina parada	Ganho alto demais	Reduza o pgain.
Ao religar a junta, o eixo corre de volta sozinho	A máquina foi movida à mão com o driver desabilitado; o componente corrige a diferença acumulada	Referencie a máquina novamente antes de operar. Evite mover eixos à mão com a máquina ligada.
Toda a máquina anda a 1 mm/s	Arquivo .ini lido pela metade	Veja a seção 9.2.

9.5. Problemas de entradas e saídas

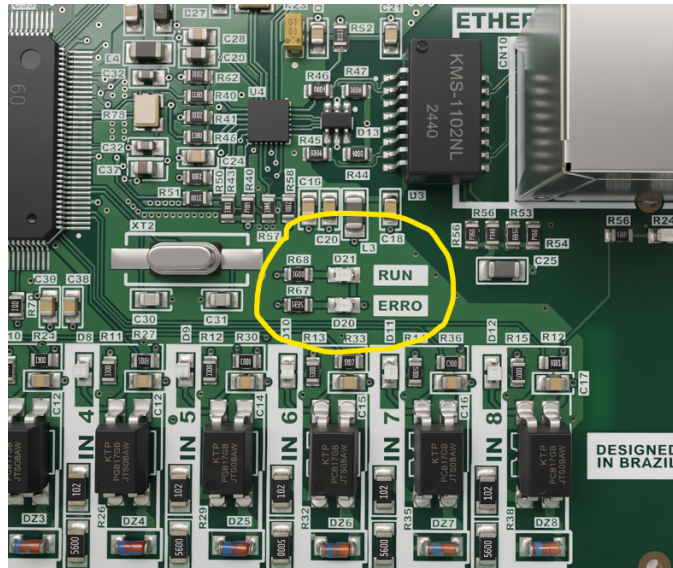
Sintoma	Causa provável	Solução
Uma entrada não acende nem no LED da placa	Polaridade invertida nos bornes, sensor sem alimentação, ou fio rompido	Confira o positivo e o negativo daquela entrada e a alimentação do sensor.
O LED da placa acende, mas a luz do Configurator não	Leitura ao vivo desligada, ou LinuxCNC aberto disputando a placa	Ligue a leitura ao vivo na aba Placa, com o LinuxCNC fechado.
Todas as dez entradas leem zero	Alimentação do circuito de entrada. O nível cru aparece como 0x00000000 em vez de 0x000300FF	Confira a fonte e o comum das entradas. Não são dez sensores acionados ao mesmo tempo.
A entrada aparece acionada com o sensor solto	Tipo de contato trocado (NA configurado onde o sensor é NF, ou o contrário), ou fio rompido em sensor NF	Confira o tipo do sensor e a coluna Contato. Se o sensor é NF e o fio está bom, o comportamento está correto.
O sensor de home não é encontrado	Sensor na entrada errada, motor errado na coluna Motor, ou sentido de busca invertido	Use a leitura ao vivo para descobrir em qual entrada o sensor está; depois confira o sinal da velocidade de busca.
O probe não responde	Ligado em outra entrada que não a Entrada 1, ou função não configurada	Use a Entrada 1 e escolha a função “Probe / sonda de altura”.
O relé não aciona pelo G-code	Função não configurada naquela saída	Confira a aba Saídas. Use o botão Testar para separar problema de fiação de problema de configuração.
O relé aciona ao contrário do esperado	Acionamento em lógica invertida	Marque a coluna “invertida” naquela saída e gere de novo.

IMPORTANTE — Cabo rompido lê como repouso nas entradas. Em sinais de segurança — emergência e fim de curso — use sempre contato NF, para que o rompimento acuse falha em vez de passar despercebido.

ATENÇÃO — A entrada de emergência configurada aqui abre a cadeia de emergência do SOFTWARE. Isso para o movimento e derruba as saídas, mas depende do computador estar vivo e do link de rede funcionando. O botão de emergência da máquina deve cortar a energia dos drivers por circuito cabeado, independente do PC.

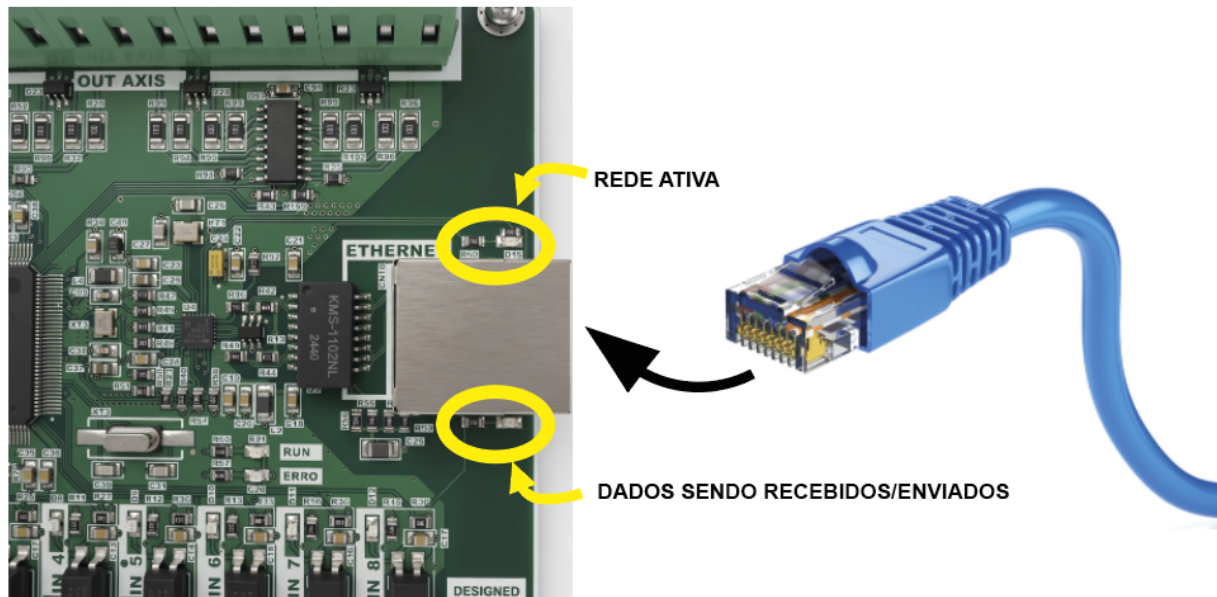
9.6. LEDs da placa

A placa tem dois LEDs de estado que dizem, sem computador nenhum, o que está acontecendo.



LED	Comportamento	Sistema	Significado
RUN (verde)	Piscando devagar (1 s)	Aplicação principal	Funcionamento normal: comunicação estabelecida e troca de dados ativa com o LinuxCNC.
RUN (verde)	Apagado	Aplicação principal	A placa está ligada, mas não há comunicação com o computador.
RUN (verde)	Piscando irregular	Bootloader	Atualização em andamento: a placa está recebendo e gravando o novo firmware.
ERRO (vermelho)	Aceso fixo	Aplicação principal	Failsafe acionado: perda de comunicação com o computador ou emergência física. Todas as saídas foram bloqueadas por segurança.
ERRO (vermelho)	Aceso fixo	Bootloader	Falha física na memória Flash durante a atualização. Chame o suporte.
ERRO (vermelho)	Piscando rápido (100 ms)	Bootloader	Modo de atualização ativo, aguardando o envio do arquivo de firmware.
ERRO (vermelho)	Piscando muito rápido (25 ms)	Aplicação principal	Bloqueio de segurança: divergência no número de série. A execução foi travada. Entre em contato com a Macrol.
ERRO (vermelho)	Piscando devagar (1 s)	Bootloader	Firmware ausente ou corrompido. A placa precisa de uma atualização pela rede.

Junto ao conector RJ45 existem mais dois LEDs, para diagnóstico de rede: um indica rede ativa (link) e o outro, dados sendo enviados e recebidos.



9.7. Quando chamar o suporte

Alguns problemas não se resolvem em campo, e insistir neles custa mais caro do que uma ligação. Chame a Macrol quando:

- o LED ERRO piscar muito rápido (bloqueio por número de série);
- o LED ERRO ficar aceso fixo em modo bootloader (falha na memória Flash);
- o componente recusar carregar por versão de protocolo e você não tiver o aplicativo de migração de firmware;
- aparecer a mensagem de erro interno ao montar o INI;
- a instalação do componente falhar depois de você ter tentado o comando manual da seção 5.2;
- a máquina apresentar comportamento intermitente que você não conseguiu reproduzir.

SUPORTE MACROL — Ao abrir um chamado, mande junto:

1. a saída completa do comando `macrol-config --onde`;
2. o número de série e a versão de firmware que aparecem na aba Placa;
3. o arquivo de projeto `.macrolcfg` da máquina;
4. os arquivos `macrol.hal` e `macrol.ini` gerados;
5. a mensagem de erro copiada por inteiro, ou uma foto da tela.

10. Anexos

10.1. Esquemas elétricos de acionamento

Os esquemas de ligação do painel — fonte, drivers, contadores, circuito de emergência cabeada e aterramento — são apresentados a seguir.

em andamento...

10.2. Teclas úteis do LinuxCNC

Tecla	O que faz
F1	Tira ou coloca a máquina em emergência.
F2	Liga ou desliga a máquina (habilita os drivers).
Setas / Page Up / Page Down	Jog dos eixos.
Home (tecla)	Referencia o eixo selecionado.
Ctrl + Home	Referencia todos os eixos, na ordem definida pelo HOME_SEQUENCE.
Esc	Interrompe o movimento em curso.

10.3. Glossário

Termo	O que é
HAL	A camada do LinuxCNC onde os sinais são ligados uns aos outros, como se fosse a fiação lógica da máquina. O arquivo macrol.hal é essa fiação escrita.
INI	O arquivo com os números da máquina: cursos, velocidades, acelerações, escalas. É o macrol.ini.
Componente	Um programa que se liga à HAL. O macrol_eth é o componente que conversa com a placa.
Junta e eixo	Junta é um motor; eixo é uma direção de movimento. Numa máquina comum eles coincidem. Num pórtico, duas juntas formam um eixo só.
uspace	A variante do LinuxCNC em que o tempo real roda em espaço de usuário. É a única que funciona com esta placa.
Watchdog	O temporizador de segurança da placa: sem receber dados por 20 ms, ela derruba as saídas e para os pulsos.
Servo-thread	A rotina que o LinuxCNC executa a cada 1 ms, e onde a comunicação com a placa acontece.
Erro de seguimento (FERROR)	A diferença tolerada entre a posição comandada e a informada de volta. Aqui ela detecta o computador e a placa fora de sincronia, não desvio mecânico.
halcompile	O programa do LinuxCNC que compila e instala componentes. Vem no pacote linuxcnc-uspace-dev.
Soft limit	Limite de curso por software, definido pelos limites mínimo e máximo de cada eixo.

10.4. Registro da máquina

Preencha e guarde junto com a documentação da máquina:

Item	Valor
Número de série da placa	
Versão do firmware	
Versão do Configurador	
Versão do LinuxCNC	
IP da placa	
Nome da configuração	
Data do comissionamento	
Responsável	

Macrol Tecnologia — www.macrol.com.br