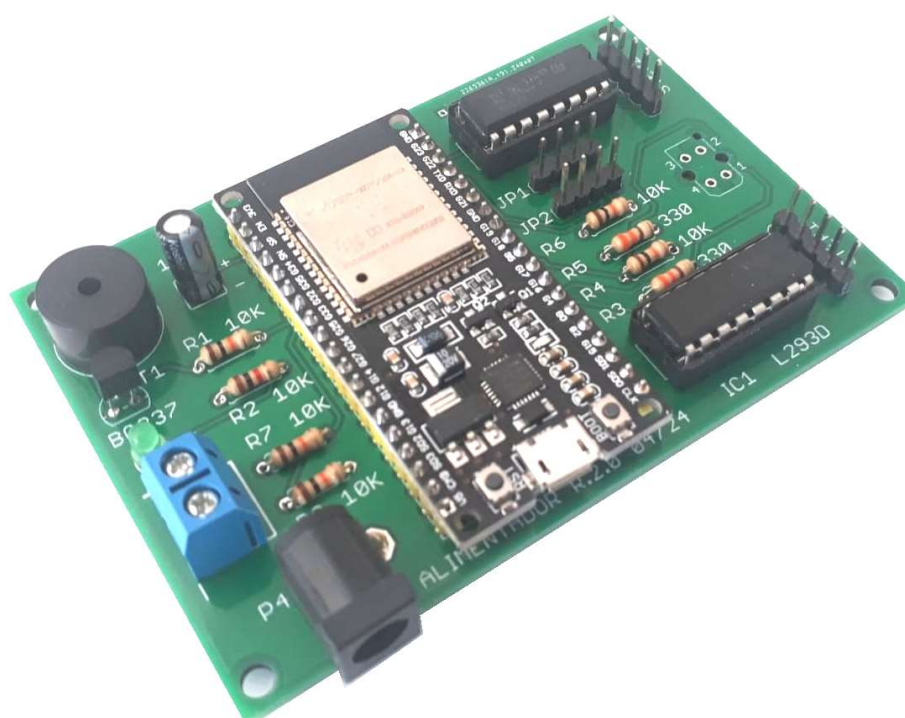


PCI DE USO GERAL

TIPOS 1 e 2

Para controle de motores de passo
combinados com motores DC e outros dispositivos



DOCUMENTAÇÃO BÁSICA PRELIMINAR

Placas versão 2.1 e posteriores



1 - INTRODUÇÃO

A presente placa de circuito impresso PCI UG Tx foi concebida para permitir uma melhor organização na montagem de circuitos envolvendo motores de passo, motores DC, sensores reflexivos, sensores de distância e outros dispositivos, concentrando em uma placa de circuito impresso de dimensões reduzidas todo o hardware destinado a desempenhar as mencionadas funções, incluindo controle via Wi-Fi através de acesso a redes já existentes e como também gerenciamento de sua própria rede Wi-Fi, criada e administrada pelo poderoso microcontrolador ESP-32, tudo devidamente acomodado em uma placa de circuito impresso de apenas 60 x 90mm.

Dentre as aplicações para a placa PCI UG Tx destacam-se: alimentadores para animais domésticos, automação de portas, janelas, cortinas e persianas, robótica em geral, traçadores e registradores gráficos, ferremodelismo, furadeiras, frezadeiras, projetos educacionais em mecatrônica e uma infinidade de outras aplicações. As principais características da PCI UG Tx são as seguintes:

- Placa de circuito impresso dupla face para suporte dos módulos utilizados, medindo apenas 60 x 90 mm
- Utilização do microcontrolador Tensilica Xtensa 32-bit LX6 dual-core ESP32 em sua versão WROOM com PCI de 38 pinos, com 448Kbytes de ROM, 520Kbytes de SRAM, 8+8Kbytes de SRAM, RTC, 1Kbit de eFuses, clock de 240MHz
- Suporte para motores de passo do tipo 28BYJ-48 e motores DC de até 1,5A, através de circuitos ponte H com a utilização dos CIs L293D, em diversas combinações
- Suporte para até dois motores de passo do tipo Nema17 (disponível na versão de placa PCI_UG_T2, com extensões para drivers L298N)
- Suporte para até dois sensores reflexivos do tipo TCRT5000 ou quaisquer outros
- Suporte para sensor de distância do tipo VL53L0 ou quaisquer outros dispositivos com interface I2C
- Possibilidade de implementação de Wi-Fi como ponto de acesso e/ou servidor, permitindo atualização de seu firmware via internet, automaticamente
- Beep e Led para sinalização sonora e visual
- Biblioteca auxiliar para controle, de forma assíncrona, dos motores, beep e Led
- Hardware flexível e aberto, servindo para uma infinidade de outras aplicações



2 - COMPONENTES UTILIZADOS (nem todos ao mesmo tempo)

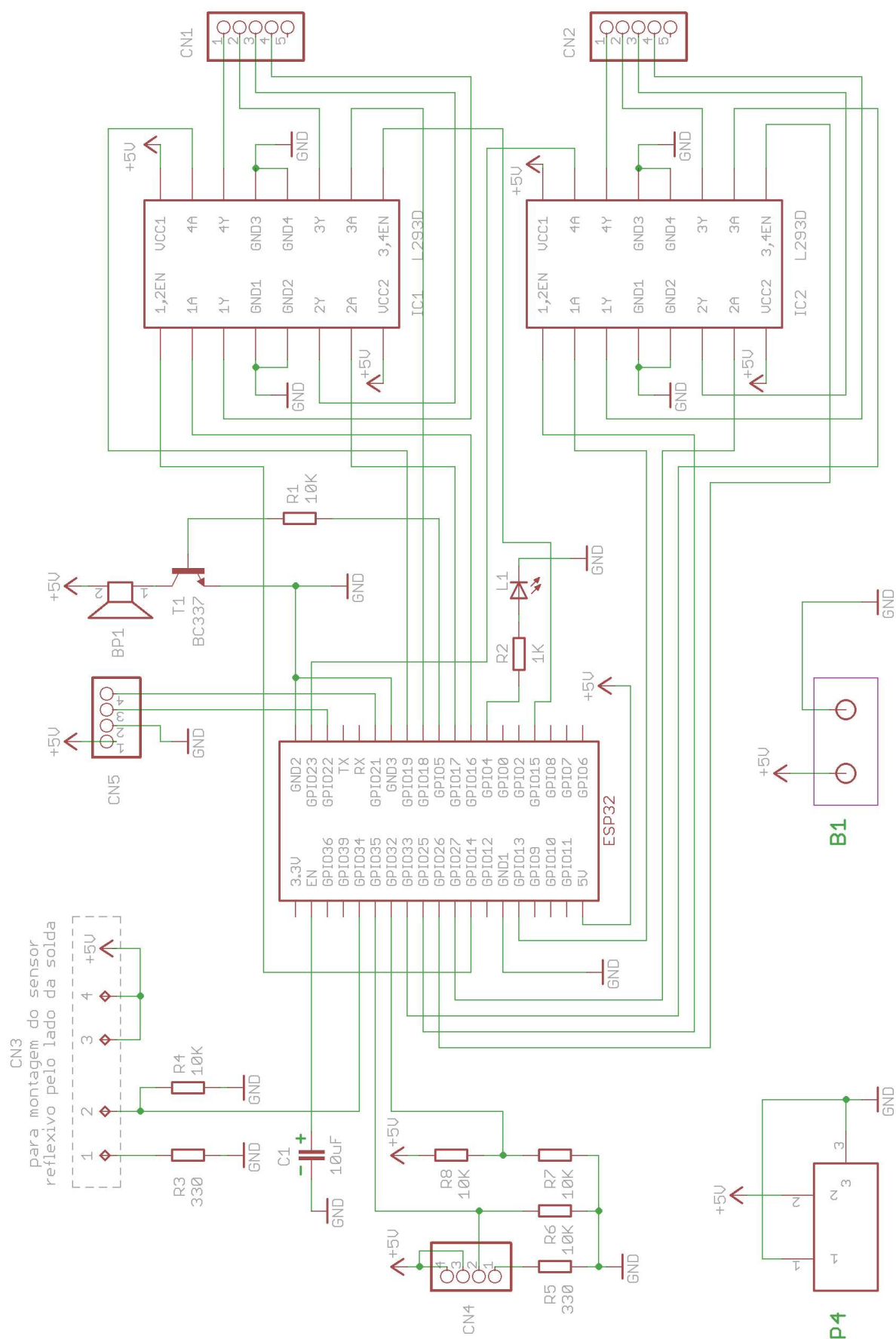
- 1 x Módulo microcontrolador ESP-32 de 38 pinos
- 2 x CI ponte H, L293D
- 2 x Soquete slim para CI de 16 pinos
- 2 x Sensor reflexivo TCRT5000
- 1 x Sensor de distância VL53L0
- 1 x Beep TMB12A05, ϕ 12mm, alt 9,6mm, esp 7,8mm
- 1 x Transistor BC337
- 1 x Led colorido 3mm
- 5 x Resistores de 10K, 1/8W
- 1 x Resistor de 1K, 1/8W
- 2 x Resistor 330, 1/8W
- 1 x Capacitor eletrolítico de 10uF, 25V ou mais
- 1 x Conector P4 fêmea, solda placa
- 1 x Borne KRE de 2 pinos
- 2 x Barra de 5 pinos (conectores CN1, CN2)
- 2 x Barra de 4 pinos (CN4 e CN5)
- 1 x Placa de circuito impresso PCI_UG_Tx

3 – PINOS E CONEXÕES

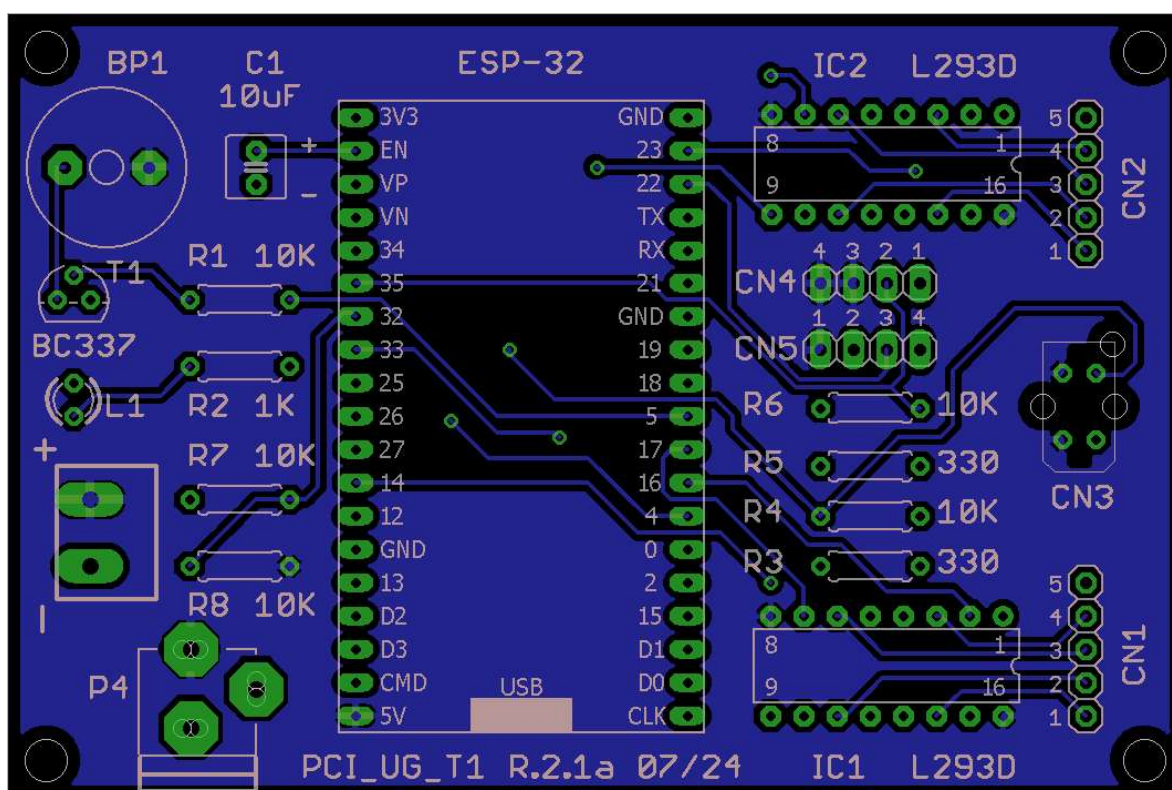
GPIO 16, 17, 18, 19 – Motor de passo nº0 / motor DC nº1 e nº0
GPIO 13, 27, 33, 23 – Motor de passo nº1 / motor DC nº3 e nº2
GPIO 14 – Enable do motor de passo nº1 / PWM motor DC nº1
GPIO 15 – Enable do motor de passo nº0 / PWM motor DC nº0
GPIO 25 – Enable do motor de passo nº1 / PWM motor DC nº3
GPIO 26 – Enable do motor de passo nº0 / PWM motor DC nº2
GPIO 5 – Beep de uso geral
GPIO 4 – Led de uso geral (Led ligado a GPIO 2 na PCI versão 2.0)
GPIO 32 – Divisor de tensão para leitura do nível do Vcc
GPIO 34 – Sensor reflexivo n.1
GPIO 35 – Sensor reflexivo n.2
GPIO 21, 22 – Sensor de distância ou qualquer outro I2C - SDA/SCL

Obs: Na PCI versão 2.0 os sinais enable dos motores de passo 0 e 1 e dos motores DC 0, 1, 2 e 3 estão conectados diretamente a Vcc. Esse problema foi corrigido na versão 2.1a

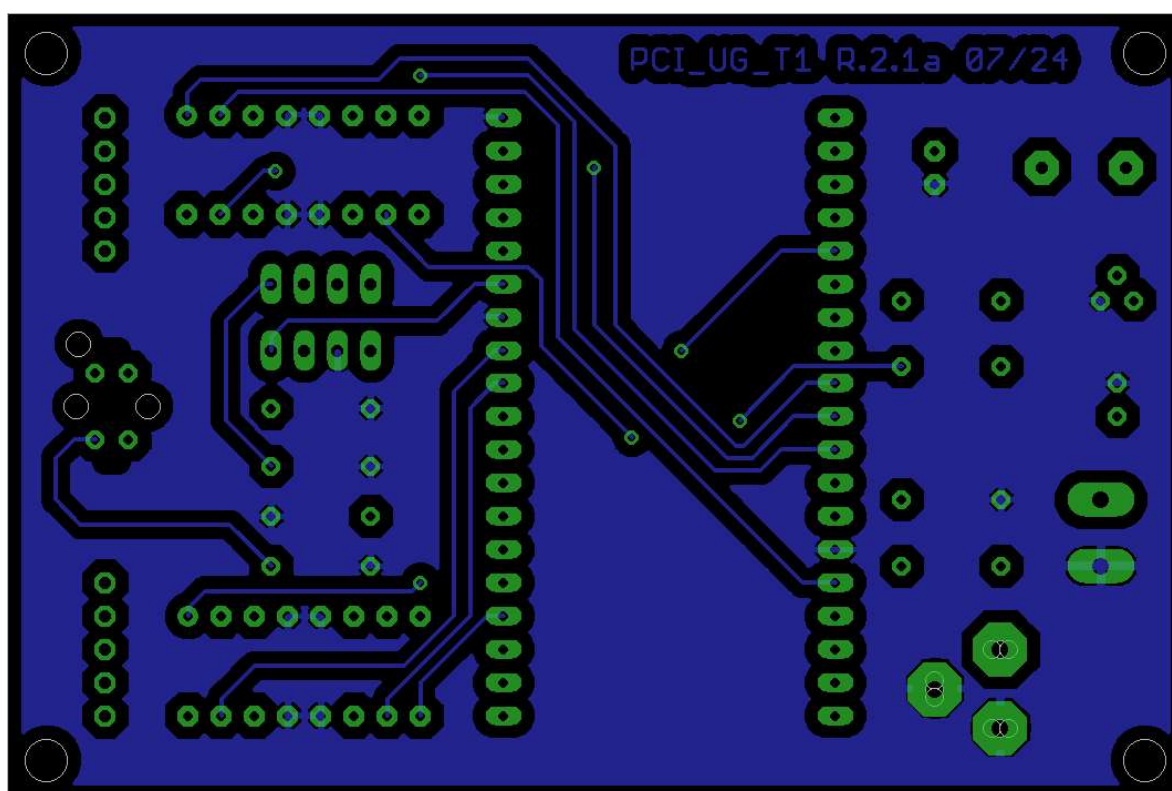
5 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO



6 - ASPÉCTO DA PLACA

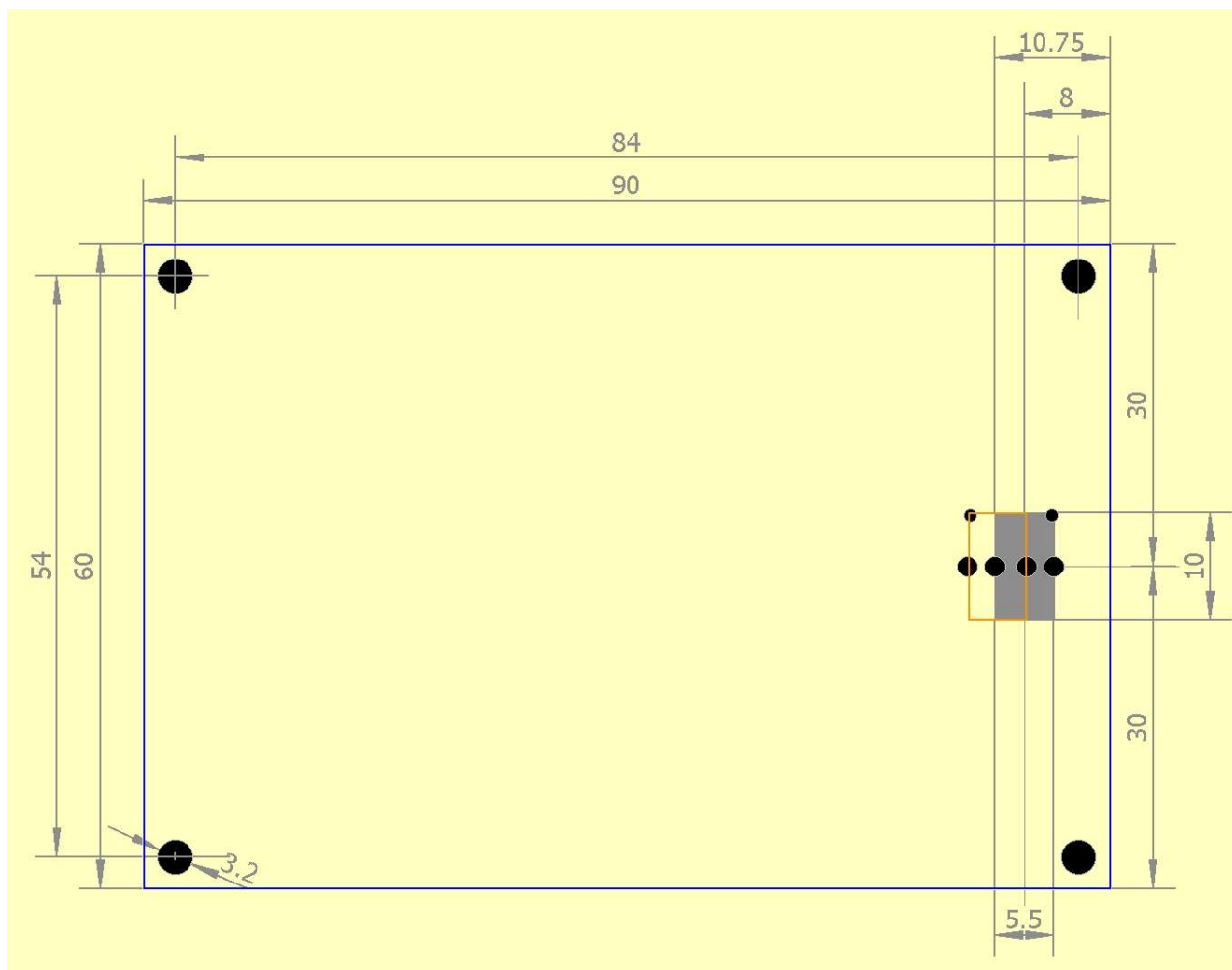


Lado dos componentes



Lado da solda

7 - DIMENSÕES E MECÂNICA DA PLACA



Observação:

O sensor reflexivo deve ser montado pelo lado da solda, sendo que o centro da sua projeção que mede 5.5 x 10mm deve estar a 8mm da borda, conforme indicado acima pela área em cinza.

Na PCI versão 2.0 deve-se cortar o sinal do Led conectado ao GPIO 2 e costurar este sinal para conectá-lo ao GPIO 4



8 - DETALHES DE MONTAGEM

COMPONENTES ESSENCIAIS EM QUALQUER VERSÃO:

- Módulo ESP-32 WROOM de 38 pinos
- Capacitor C1 (10uF/16V)
- Conector P4 e/ou o borne KRE B1
- Sempre usar fonte externa de 5Vcc

COMPONENTES MONTADOS OPCIONALMENTE, DEPENDENDO DA VERSÃO:

- Com beep de uso geral: montar R1 (10K), T1 (BC337) e o BP1 (TMB12A05)
- Com led de uso geral: montar R2 (1K) e o L1 (led 3mm)
- Com sensor reflexivo n.1: montar R4 (330), R5(10K) e o sensor TCRT5000 em CN3
- Com sensor reflexivo n.2: montar R6 (330), R7(10K), CN2 (4 pinos) e o sensor TCRT5000 em CN4
- Com sensor de distância: montar CN5 (4 pinos) e o sensor VL53L0 em CN5
- Com medidor da tensão do Vcc: montar R8 (10K) e o R9 (10K)
- Com motores em CN1: montar soquete de 16 pinos, IC1 (L293D) e o conector CN1 (5 pinos). Motores possíveis: 1 x 28BYJ-48 ou até 2 x DC de até 1,5A conectados aos pinos 1,2 e 3,4 do conector CN1. Alimentação dos motores: Sempre 5V
- Com motores em CN2: montar soquete de 16 pinos, IC2 (L293D) e o conector CN2 (5 pinos). Motores possíveis: 1 x 28BYJ-48 ou até 2 x DC de até 1,5A conectados aos pinos 1,2 e 3,4 do conector CN2. Alimentação dos motores: Sempre 5V

OBSERVAÇÕES:

1) Para utilização de motores de passo, os pinos GPIO 25, 26 e GPIO 14, 15 devem ser mantidos em nível alto (enable das duas sessões dos CIs L293D).

2) Para utilização de motor(es) DC de até 1,5A, utilizar o conector CN1 ou CN2, sendo os pinos GPIO 14 e 15 usados como controle PWM de velocidade para os motores DC nº0 e DC n.1 e os pinos 25 e 26 usados como controle PWM de velocidade para os motores DC nº2 e DC nº3. Nesse caso, os motores DC (quando existirem) deverão estar conectados aos pinos 1,2 (motor nº0) e pinos 3,4 (motor nº1) do conector CN1. Da mesma forma, pinos 1,2 (motor nº2) e pinos 3,4 (motor nº3) do conector CN2.



3) O sensor reflexivo nº1, quando existir, deverá ser soldado pelo lado dos componentes, sempre em CN3. Observar atentamente o correto encaixe das saliências de plástico do sensor nos furos correspondentes da placa

4) **MUITO IMPORTANTE:** Nas placas de versão 2.1, os controles de enable do motor de passo nº0/PWM motor DC nº0 (pino 1 do CI1 L293D), enable do motor de passo nº0/PWM motor DC nº1 (pino 9 do CI1 L293D), enable do motor de passo nº1/PWM motor DC nº2 (pino 1 do CI2 L293D), e o enable do motor de passo nº1/PWM motor DC nº3 (pino 9 do CI2 L293D) **estão ligados diretamente ao Vcc** e não aos pinos 14, 15, 25 e 26 do ESP-32. Isso significa que se for usado qualquer motor DC nesta placa, os mesmos terão sua velocidade cravada em 100%. **Esse problema foi corrigido a partir da versão 2.1a.**

9 - BIBLIOTECA

Para facilitar o desenvolvimento de aplicações a serem hospedadas nas placas PCI_UG_Tx, foi criada uma biblioteca de nome (PCI_UG_Tx.h), disponível em https://github.com/izyino/PCI_UG_Tx.h a qual dispõe das seguintes funções:

#include <PCI_UG_Tx.h>

para incluir a biblioteca ao programa. Dependendo de onde a biblioteca estiver gravada, pode-se usar alternativamente o formato #include "PCI_UG_Tx.h"

PCI_UG_Tx x(t0, t1);

comando construtor que deve ser informado logo após o include, sendo t0, t1 variáveis do tipo uint8_t que definem o tipo de motor conectado a CN1 e CN2 respectivamente, sendo possível os seguintes valores:

- 0 – Para motor DC
- 1 – Para motor 28byj-48, 2048 passos por volta, baixo torque, baixo consumo
- 2 – Para motor 28byj-48, 2048 passos por volta, alto torque, alto consumo
- 3 – Para motor 28byj-48, 4096 passos por volta, médio torque, médio consumo
- 4 – Para motor Nema17, 200 passos por volta, modo único

x.begin();

inicializa as diversas funções da biblioteca. Deve ser colocado na sessão de setup de todos os programas que se utilizem da biblioteca



x.runStep(n, steps, velstep, cwstep);

comando que ativa o motor de passo, de forma automática e assíncrona, conforme as seguintes variáveis:

n – variável uint8_t contendo o número do motor que será movimentado (0 ou 1). Se n=0, o motor de passo deverá estar conectado ao CN1. Se n=1, o motor de passo deverá estar conectado ao CN2

steps – variável uint32_t contendo o número de passos a movimentar

velstep – variável uint8_t que define a velocidade da movimentação em RPM (rotações por minuto). Este valor pode variar entre 1 e 16

cwstep – variável booleana que define o sentido da movimentação, sendo “true” para sentido horário e “false” para sentido anti-horário

x.where(n);

esta função retorna no formato uint32_t o número de passos ainda restantes para que o motor n (n=0 ou 1) chegue ao seu destino. Zero significa que o motor n já chegou ao seu último destino e já encontra-se parado. Antes de comandar qualquer movimentação deve-se consultar esta função para ter certeza que o motor n encontra-se parado. A variável n é do tipo uint8_t

x.runDC(n, time, velDC, cwDC);

comando que ativa o motor DC, de forma automática e assíncrona, conforme as seguintes variáveis:

n – variável uint8_t com número do motor DC que será movimentado (0, 1, 2 ou 3):
Se n=0, o motor DC deverá estar conectado aos pinos 1 e 2 do CN1
Se n=1, o motor DC deverá estar conectado aos pinos 3 e 4 do CN1
Se n=2, o motor DC deverá estar conectado aos pinos 1 e 2 do CN2
Se n=3, o motor DC deverá estar conectado aos pinos 3 e 4 do CN2

time – variável uint32_t contendo o tempo em milissegundos que o motor DC ficará ativado

velDC – variável uint8_t que define a velocidade da movimentação, em termos de porcentagem entre 0 e 100. Sendo 0=0% motor parado, 100=100% motor com velocidade máxima.

cwDC – variável booleana que define o sentido da movimentação, sendo “true” para sentido horário e “false” para sentido anti-horário



x.beep(bnum, bdur, bfreq, binter);

comando que ativa a emissão de beeps sonoros, de forma automática e assíncrona, conforme as seguintes variáveis:

bnum – variável inteira que especifica o número de beeps a serem emitidos

bdur – variável inteira que especifica a duração de cada beep, em milisegundos

bfreq – variável inteira que especifica a frequência dos beeps, em Hertz (Hz)

binter – variável inteira que especifica a duração da pausa entre os beeps, em milisegundos

x.led(lnum, ldur, linter);

comando que ativa piscadas do Led, de forma automática e assíncrona, conforme as seguintes variáveis:

lnum – variável inteira que especifica o número de piscadas a serem emitidas

ldur – variável inteira que especifica a duração do Led acesso em cada piscada, em milisegundos

linter – variável inteira que especifica a duração do Led apagado em cada piscada, em milisegundos

x.setms(yms);

comando para inicializar o contador de milisegundos com o valor informado pela variável yms do tipo uint32_t. Imediatamente após inicializado, o contador começa ser subtraído de 1 a cada milisegundo

x.getms();

esta função retorna no formato uint32_t o estado atual do contador de milisegundos previamente inicializado pelo comando x.setms. Serve como alternativa para a função delay(), de forma assíncrona

x.stopStep(n);

esta função interrompe o movimento do motor de passo n (n=0 ou 1)



x.stopDC(n);

esta função interrompe o movimento do motor DC n (n=0, 1, 2 ou 3)

x.stopBeep();

esta função interrompe a emissão de beeps sonoros

x.stopLed();

esta função interrompe as piscadas do Led

Como alternativa para algumas das funções e comandos acima, pode-se acessar diretamente algumas variáveis internas da biblioteca. Entretanto, tais acessos se feitos de forma indevida, podem provocar erros e paradas inesperadas. Recomenda-se portanto que as variáveis relacionadas sejam acessadas diretamente apenas em último caso e apenas por programadores experientes:

variáveis de controle dos beeps sonoros

x.bdur	duração dos beeps (ms) * 10
x.binter	pausa interbeeps(ms) * 10
x.bfreq	frequência dos beeps (Hz)
x.bnum	quantidade de beep+pausa a emitir

variáveis de controle das piscadas do Led

x.ldur	duração do Led aceso(ms) * 10
x.linter	duração do Led apagado(ms) * 10
x.lnum	quantidade de piscadas

variáveis de controle dos motores de passo (índice n abaixo entre 0 e 1)

x.xtipostep[n]	tipo do motor de passo n (pode ser 0,1,2 ou 3)
x.xsteps[n]	quantidade de passos a mover
x.xvelstep[n]	velocidade (RPM)
x.xvelnow[n]	velocidade no momento (RPM, vide .cpp)
x.xfase[n]	fase atual do ciclo do motor (vide .cpp)
x.xcwstep[n]	sentido (1=true=horário, 0=false=anti-horário)



variáveis de controle dos motores DC (índice n abaixo entre 0 e 3)

x.xtime[n]	tempo a movimentar(ms) * 10
x.xveldc[n]	velocidade (0=parado, 100=velocidade máxima)
x.xcwdc[n]	sentido (1=true=horário, 0=false=anti-horário)

variável de controle temporal

x.xms	quantidade desejada de milisegundos * 10
-------	--

Exemplos de utilização da biblioteca

No início do programa:

```
#include <PCI_UG_Tx.h>
PCI_UG_Tx x(2, 0);
```

na sessão do setup:

```
x.begin();
```

**//movimenta o motor de passo nº0 (conectado em CN1), tipo 28BYJ-48,
//velocidade 3, sentido horário, 2048 passos:**

//via chamada convencional:

```
x.runStep(0, 2048, 3, true);
```

//via acesso direto as variáveis da biblioteca:

```
x.xtimestep[0]=2; x.xvelstep[0]=3; x.xcwstep[0]=1; x.xsteps[0]=2048;
```

//o motor começa a se movimentar imediatamente após a variável x.xsteps ser inicializada

//para saber se o motor de passo n.0 já chegou ao destino, fazer

//via chamada convencional:

```
if (x.where(0)>0) {ainda não chegou ao destino. Está em movimento...};
```

//via acesso direto as variáveis da biblioteca:

```
if (x.xsteps[0]>0) {ainda não chegou ao destino. Está em movimento...};
```

//a qualquer momento o movimento do motor de passo nº0 pode ser interrompido

//via chamada convencional:

```
x.stopStep(0);
```

//via acesso direto as variáveis da biblioteca:

```
x.xsteps[0]=0;
```



**//movimenta o motor DC nº3 (conectado aos pinos 1 e 2 do CN2),
//velocidade 75%, sentido anti-horário, durante 15segundos:**

//via chamada convencional:
`x.runDC(3, 15000, 75, false);`

//via acesso direto as variáveis da biblioteca:
`x.xveldc[3]=75; x.xcwdc[3]=0; x.xtime[3]=150000(*);`
//o motor começa a se movimentar imediatamente após a variável x.xtime ser inicializada

//a qualquer momento o movimento do motor DC nº3 pode ser interrompido
//via chamada convencional:
`x.stopDC(3);`

//via acesso direto as variáveis da biblioteca:
`x.xtime[3]=0;`

//emite 10 beeps de 2KHz de 0,5s com pausa interbeeps de 0,25s:

//via chamada convencional:
`x.beep(10, 500, 2000, 250);`

//via acesso direto as variáveis da biblioteca:
`x.bdur=5000(*); x.binter=2500(*); x.bfreq=2000; x.bnum=10;`
//os beeps começam a ser emitidos imediatamente após a variável x.bnum ser inicializada

//a qualquer momento a emissão dos beeps sonoros pode ser interrompida
//via chamada convencional:
`x.stopBeep();`

//via acesso direto as variáveis da biblioteca:
`x.bnum=0;`

//pisca o Led 50 vezes com 0,25s aceso seguido de 0,10s apagado:

//via chamada convencional:
`x.led(50, 250, 100);`

//via acesso direto as variáveis da biblioteca:
`x.ldur=2500(*); x.linter=1000(*); x.lnum=50;`
//o Led começa a piscar imediatamente após a variável x.lnum ser inicializada

//a qualquer momento as piscadas do Led podem ser interrompidas
//via chamada convencional:
`x.stopLed();`

//via acesso direto as variáveis da biblioteca:
`x.lnum=0;`



//contagem de 4 segundos, de forma assíncrona:

//via chamada convencional:

`x.setms(4000);while (x.getms())>0}{enquanto espera 4s, pode fazer coisas...}`

//via acesso direto as variáveis da biblioteca:

`x.xms=40000(*); while (x.xms>0){enquanto espera 4s, pode fazer coisas...}`

//a variável x.xms começa a ser decrementada a cada um milissegundo imediatamente após ter sido inicializada

(*) - Esses valores são sempre multiplicados por 10 quando se tratar de acesso direto as variáveis da biblioteca
