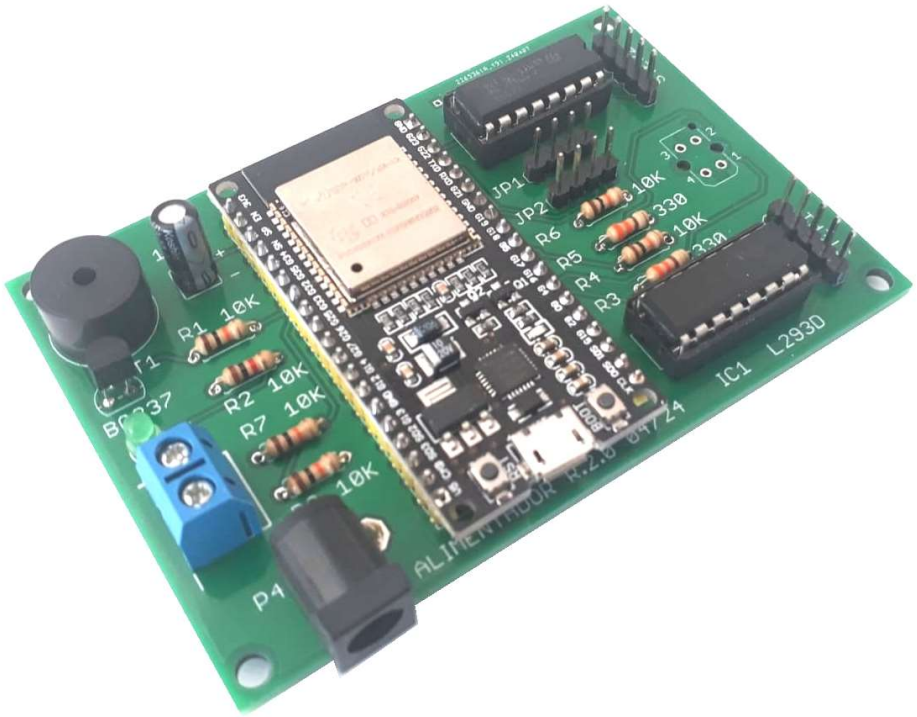
PCI DE USO GERAL

TIPO 1

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



DOCUMENTAÇÃO BÁSICA PRELIMINAR

Placas versão 2.1 e posteriores

Autores: ANTONIO ROBERTO TESTA e JOSÉ CARLOS S. GUSHI - Versão 2.1 - Junho de 2024

1 - INTRODUÇÃO

A presente placa de circuito impresso PCI UG T1 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 T1 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 T1 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 PCI_UG_Tx.h 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)

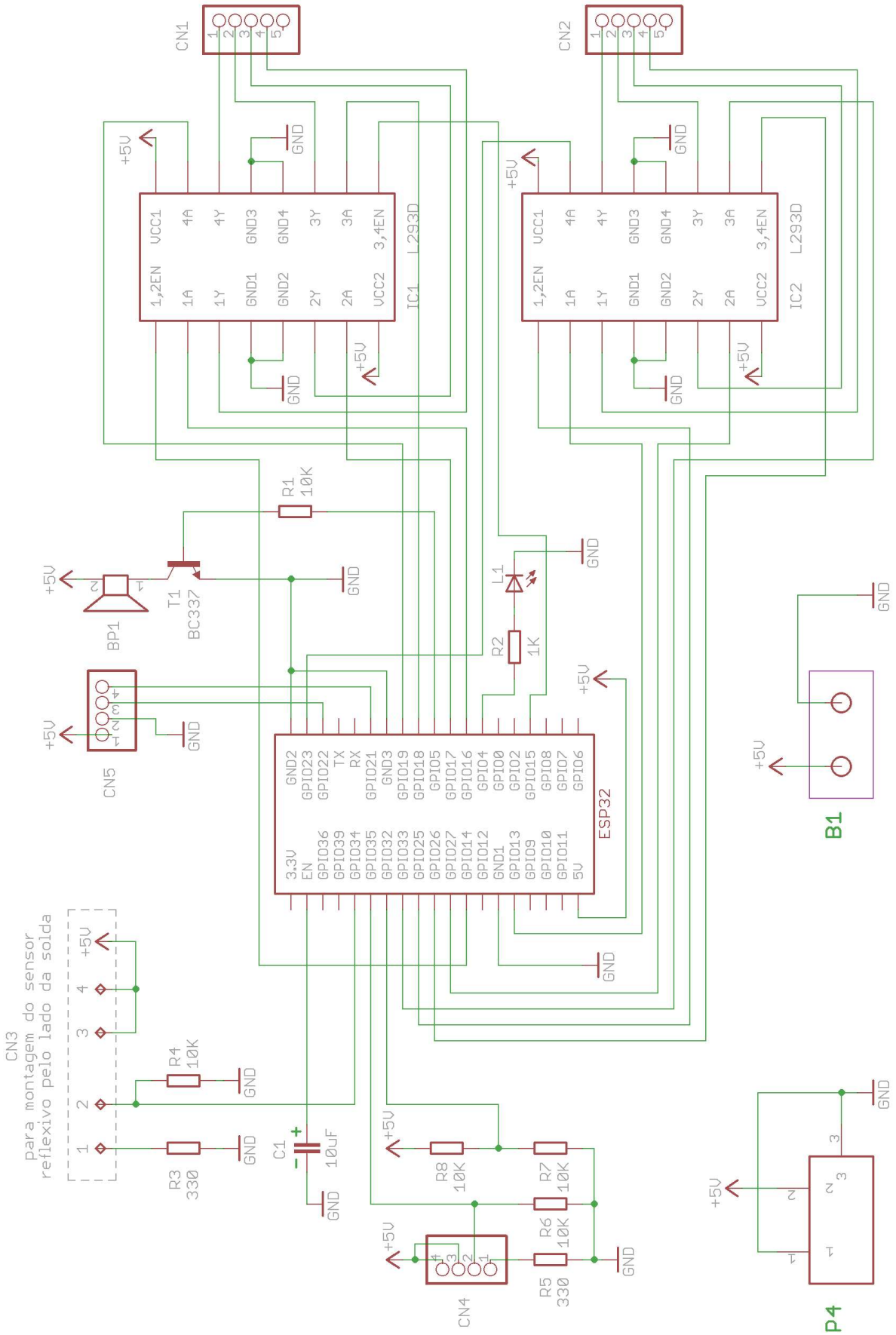
- 1 x Módulo microcontrolador ESP-32 de 38 pinos
- 2 x CI ponte H, L293D
- 2 x Soquete slim para CI de 16 pinos
- 2 x Sensor reflexivo TCRT5000
- 1 x Sensor de distência VL53L0
- 1 x Beep TMB12A05, ϕ 12mm, alt 9,6mm, esp 7,8mm
- 1 x Transistor BC337
- 1 x Led colorido 3mm
- 5 x Resistores de 10K, 1/8W
- 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_T1

3 – PINOS E CONEXÕES

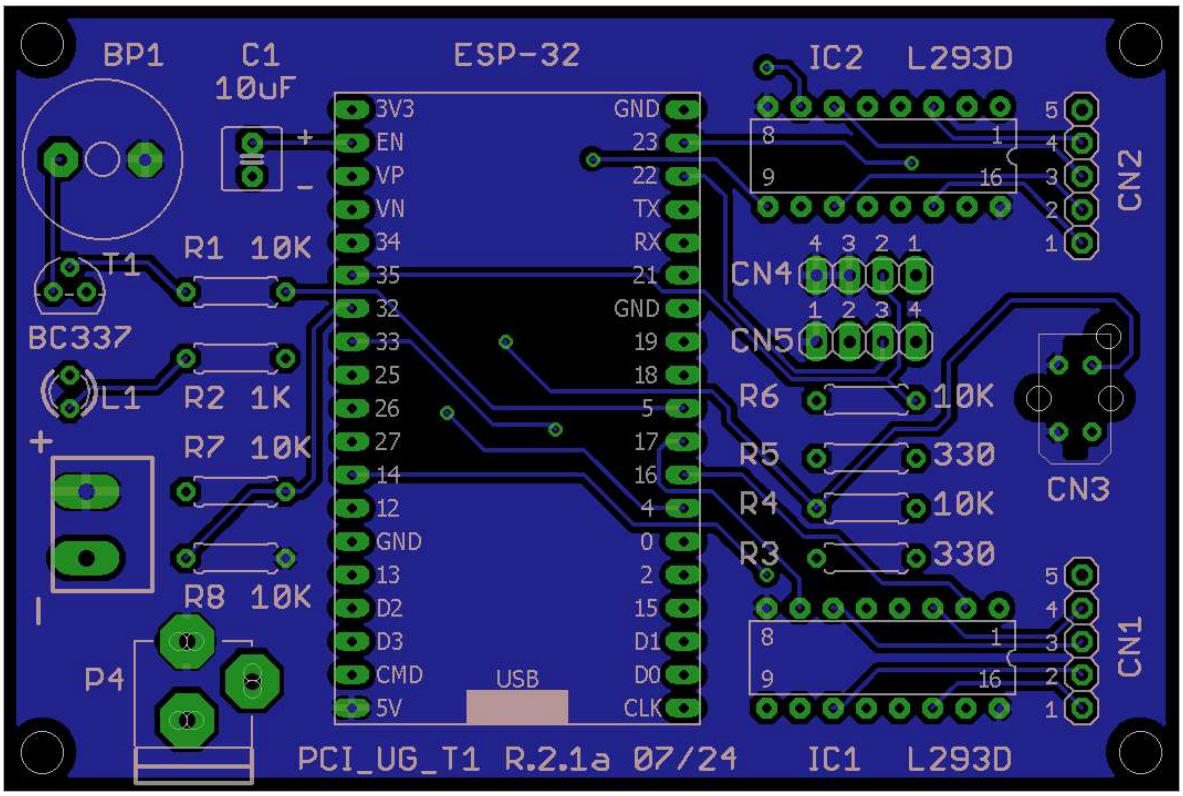
GPIO 16, 17, 18, 19 – Motor de passo n.0 / motor DC n.0 e n.1
GPIO 13, 27, 33, 23 – Motor de passo n.1 / motor DC n.2 e n.3
GPIO 14 – Enable do motor de passo n.0 / PWM motor DC n.0
GPIO 15 – Enable do motor de passo n.0 / PWM motor DC n.1
GPIO 25 – Enable do motor de passo n.1 / PWM motor DC n.2
GPIO 26 – Enable do motor de passo n.1 / PWM motor DC n.3
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

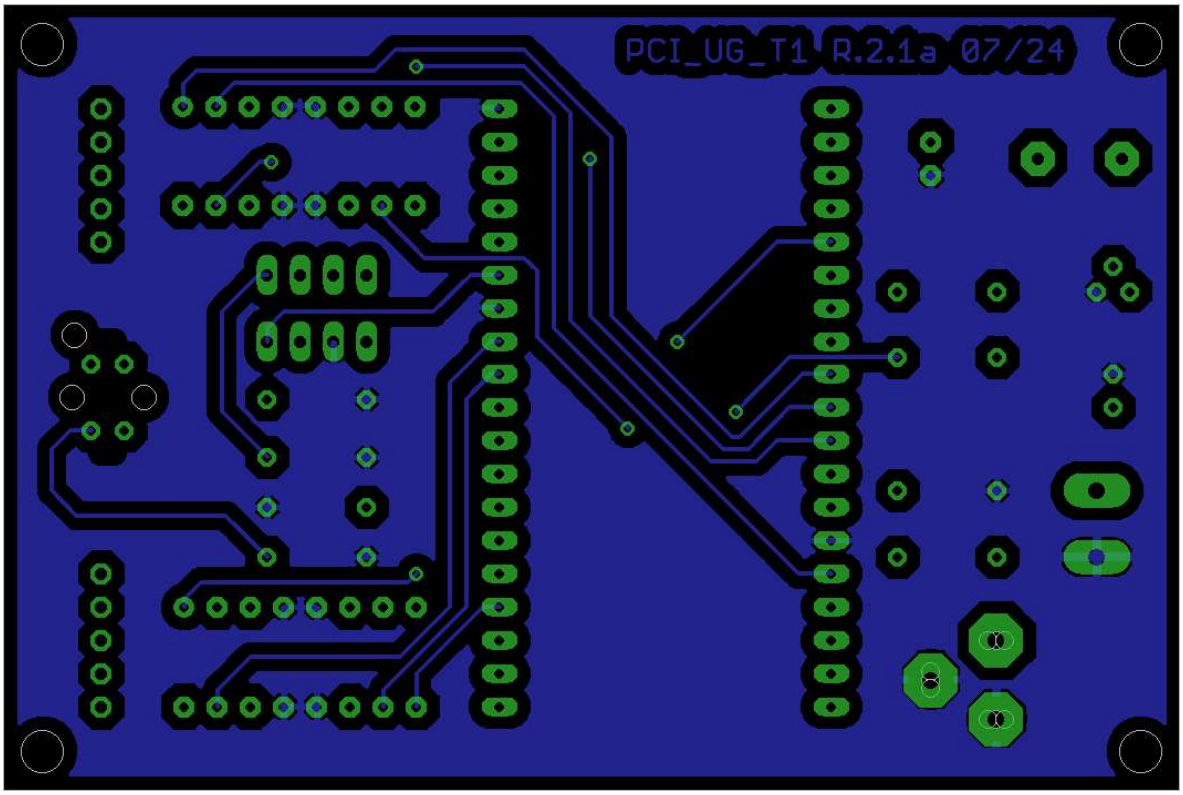
5 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO



6 - ASPÉCTO DA PLACA

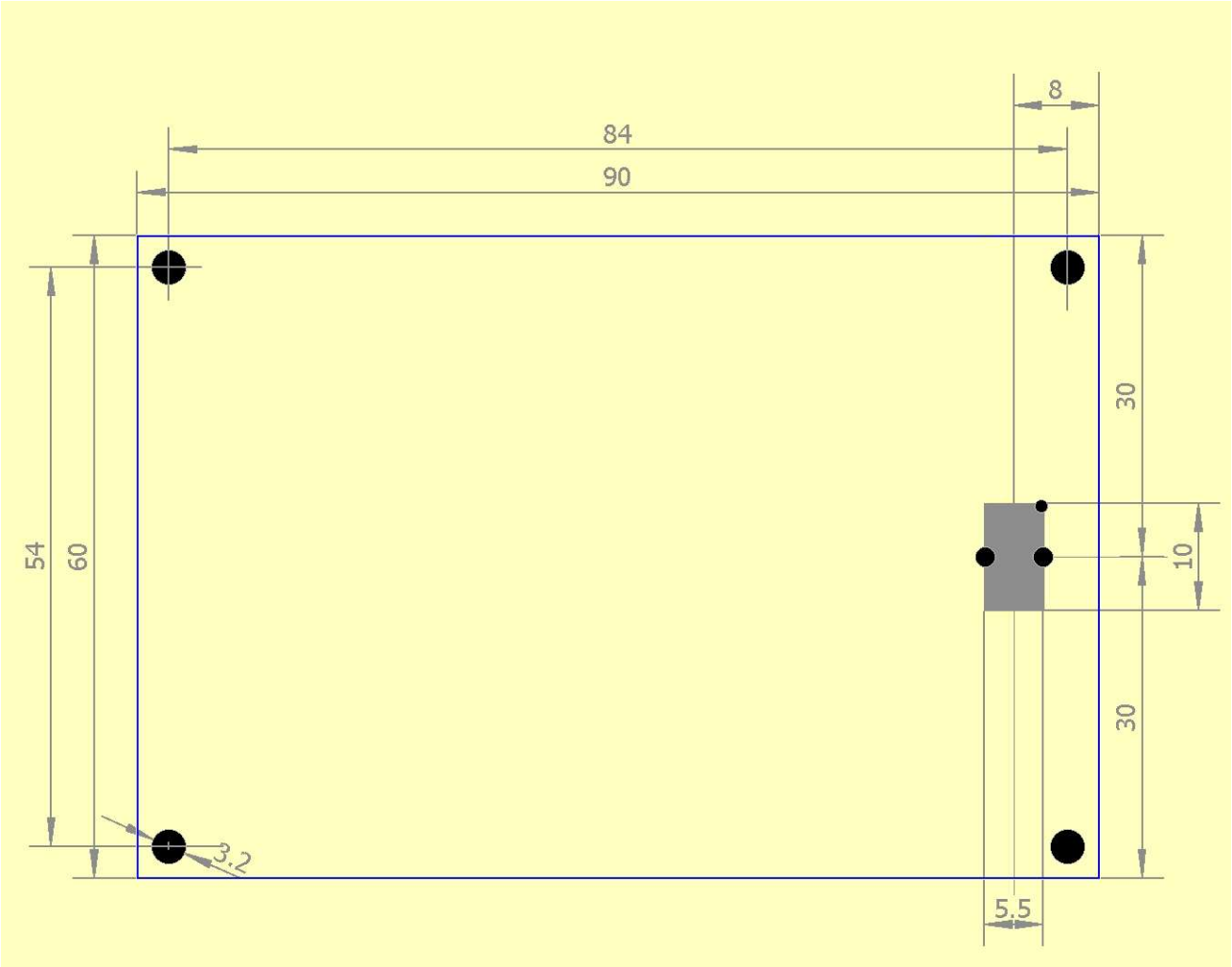


Lado dos componentes



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 n.0 e DC n.1 e os pinos 25 e 26 usados como controle PWM de velocidade para os motores DC n.2 e DC n.3. Nesse caso, os motores DC (quando existirem) deverão estar conectados aos pinos 1,2 (motor n.0) e pinos 3,4 (motor n.1) do conector CN1. Da mesma forma, pinos 1,2 (motor n.2) e pinos 3,4 (motor n.3) do conector CN2.

3) O sensor reflexivo n.1, 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 n.0/PWM motor DC n.0 (pino 1 do CI1 L293D), enable do motor de passo n.0/PWM motor DC n.1 (pino 9 do CI1 L293D), enable do motor de passo n.1/PWM motor DC n.2 (pino 1 do CI2 L293D), e o enable do motor de passo n.1/PWM motor DC n.3 (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 na placa PCI_UG_T1, 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 unint8_t que define a velocidade da movimentação. Valor inversamente proporcional a velocidade. Valstep=1 é a maior velocidade possível

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 3 e 4 do CN1
Se n=1, o motor DC deverá estar conectado aos pinos 1 e 2 do CN1
Se n=2, o motor DC deverá estar conectado aos pinos 3 e 4 do CN2
Se n=3, o motor DC deverá estar conectado aos pinos 1 e 2 do CN2

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

velDC – variável unint8_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 freqüência 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)
x.binter	pausa interbeeps (ms)
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)
x.linter	duração do Led apagado (ms)
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 (1=velocidade maior)
x.xvelnow[n]	velocidade no momento (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)
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

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 n.0 (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.xtipostep[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 n.0 pode ser interrompido
//via chamada convencional:

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

//via acesso direto as variáveis da biblioteca:

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

//movimenta o motor DC n.3 (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]=15000;
//o motor começa a se movimentar imediatamente após a variável x.xtime ser inicializada

//a qualquer momento o movimento do motor DC n.3 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=500; x.binter=250; 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=250; x.linter=100; 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=4000; while (x.xms>0){enquanto espera 4s, pode fazer coisas…}
//a variável x.xms começa a ser decrementada a cada um milisegundo imediatamente após ter sido inicializada

---