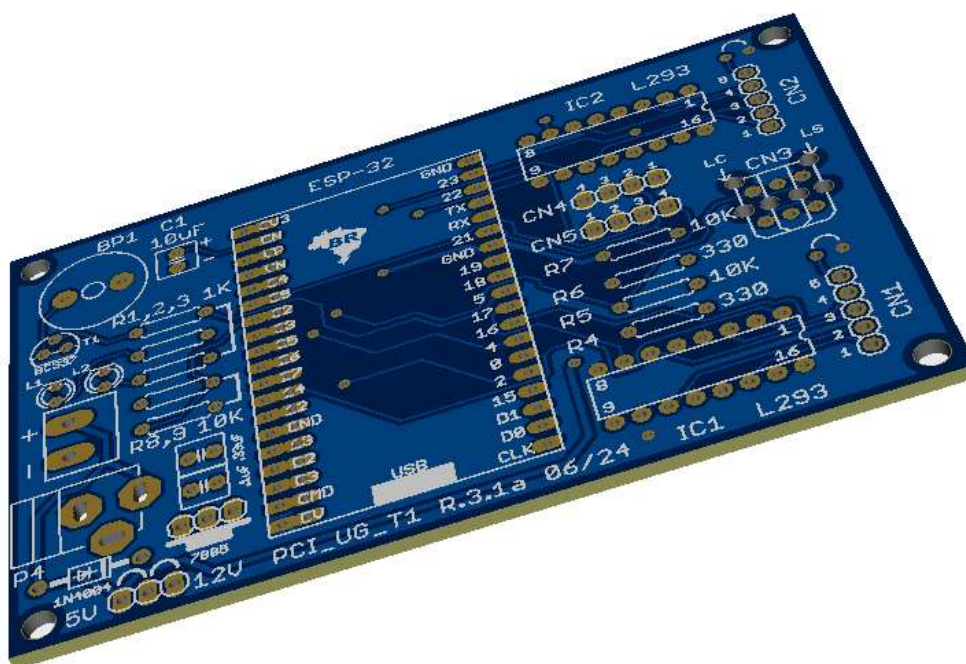


PCI DE USO GERAL

TIPO 1

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



DOCUMENTAÇÃO BÁSICA PRELIMINAR

Placas versão 2.1 e posteriores

Manual rev. 2.1 — 06/2024

Eventuais atualizações desse manual podem ser encontradas em: <https://github.com/izyino/manuais>



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 VL53LX, display Oled ou quaisquer outros dispositivos com interface I2C
- Possibilidade de implementação de Wi-Fi como ponto de acesso e/ou estação, 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, disponível em <https://github.com/izyino/motbepled>
- Hardware flexível e aberto, servindo para uma infinidade de outras aplicações



2 - COMPONENTES UTILIZADOS (nem todos ao mesmo tempo)

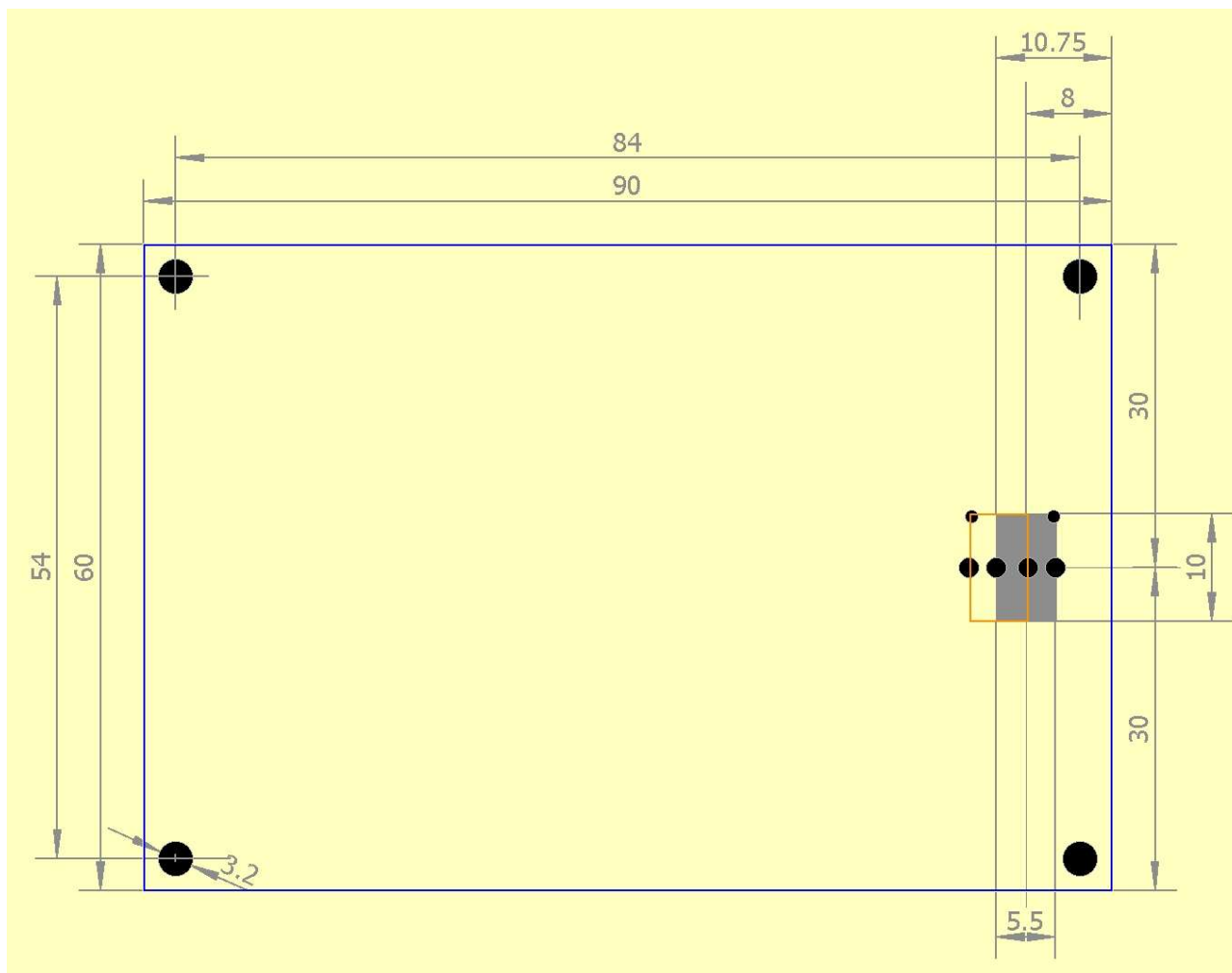
- 1 x Módulo microcontrolador ESP-32 WROOM de 38 pinos
- 2 x CI ponte H, L293D
- 2 x Soquete slim para CI de 16 pinos
- 1 x Regulador 7805
- 1 x capacitor tantalum 0.1uf
- 1 x capacitor tantalum 0.33uf
- 2 x Sensor reflexivo TCRT5000
- 1 x Sensor de distância VL53LX ou qualquer outro dispositivo I2C
- 1 x Beep passivo TMB12A05, ϕ 12mm, alt 9,6mm, esp 7,8mm
- 1 x Transistor BC337
- 2 x Led colorido 3mm
- 4 x Resistores de 10K, 1/8W
- 3 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)
- 2 x Barra de 3 pinos (jumper vsel)
- 1 x Jumper plástico (para vsel)
- 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
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 –SDA/SCL - Interface I2C

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 nas versões 2.1a e posteriores

7 - DIMENSÕES E MECÂNICA DA PLACA



Observação:

Se o sensor reflexivo for montado pelo lado da solda, o centro da sua projeção deve estar a 8mm da borda, conforme indicado acima pela área em cinza. Se for montado pelo lado dos componentes, deslocar o centro da sua projeção para 10.75mm da borda, conforme indicado acima na cor laranja. Em qualquer caso, a projeção mede 5.5 x 10mm.

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
- Pinos para o jumper vsel e jumper plástico

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 led monitor de WiFi: montar R3 (1K) e o L2 (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 outros dispositivos I2C: montar CN5 (4 pinos)
- 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. Fonte de alimentação: **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. Fonte de alimentação: **5V**
- Se o(s) motor(es) em CN2 for(em) de 12V, montar o regulador, os capacitores 0.1uf e 0.33uf. Fonte de alimentação: **12V**

OBSERVAÇÕES:

1) 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.



2) O driver dos motores L293D possui corrente nominal de saída de 600mA suportando picos de curta duração de até 1200mA. Assim, é possível se utilizar motor Nema17 em aplicações que demandem um breve período de operação do motor (máximo de 15 segundos) intercalado com períodos de repouso para resfriamento (mínimo de 45 segundos). Isso porque o Nema17 usualmente consome uma corrente máxima 1700mA a 12volts. No presente caso, o motor Nema17 é alimentado por 5 volts, ou seja, irá consumir apenas 835mA, corrente essa suportada pelo driver L293D durante curtos períodos de tempo.

3) **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 em placas baseadas nos microcontroladores ESP32, foi criada uma biblioteca de nome motbepled.h, disponível em <https://github.com/izyino/motbepled> a qual deve ser utilizada conforme as instruções seguintes.

#include < motbepled.h>

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

motbepled 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 eventualmente 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.pinsStep0(16, 17, 18, 19, 15, 14);

comando que informa os pinos do microcontrolador ESP associados ao motor de passo n.0, **caso exista**, sendo os quatro primeiros das bobinas principais e os dois últimos dos sinais enable. O valor -1 significa que os sinais correspondentes não se aplicam no presente caso. Para uso da biblioteca motbepled.h com a placa PCI_UG_T1 deve-se informar o comando pinsStep0 exatamente como mostrado acima, ou seja: x.pinsStep0 (16, 17, 18, 19, 15, 14); e deve ser informado na sessão de setup de todos os programas, sempre antes do x.begin()

x.pinsStep1(13, 27, 33, 23, 25, 26);

comando que informa os pinos do microcontrolador ESP associados ao motor de passo n.1, **caso exista**, sendo os quatro primeiros das bobinas principais e os dois últimos dos sinais enable. O valor -1 significa que os sinais correspondentes não se aplicam no presente caso. Para uso da biblioteca motbepled.h com a placa PCI_UG_T1 deve-se informar o comando pinsStep0 exatamente como mostrado acima, ou seja: x.pinsStep0 (13, 27, 33, 23, 25, 26); e deve ser informado na sessão de setup de todos os programas, sempre antes do x.begin()

x.pinsDC0(16, 17, 15);

comando que informa os pinos do microcontrolador ESP associados ao motor DC n.0, **caso exista**, sendo os dois primeiros do motor e o terceiro da velocidade PWM. O valor -1 significa que os sinais correspondentes não se aplicam no presente caso. Para uso da biblioteca motbepled.h com a placa PCI_UG_T1 deve-se informar o comando pinsDC0 exatamente como mostrado acima, ou seja: x.pinsDC0 (16, 17, 15); e deve ser informado na sessão de setup de todos os programas, sempre antes do x.begin()

x.pinsDC1(18, 19, 14);

comando que informa os pinos do microcontrolador ESP associados ao motor DC n.1, **caso exista**, sendo os dois primeiros do motor e o terceiro da velocidade PWM. O valor -1 significa que os sinais correspondentes não se aplicam no presente caso. Para uso da biblioteca motbepled.h com a placa PCI_UG_T1 deve-se informar o comando pinsDC0 exatamente como mostrado acima, ou seja: x.pinsDC1 (18, 19, 14); e deve ser informado na sessão de setup de todos os programas, sempre antes do x.begin()



x.pinsDC2(13, 27, 25);

comando que informa os pinos do microcontrolador ESP associados ao motor DC n.2, **caso exista**, sendo os dois primeiros do motor e o terceiro da velocidade PWM. O valor -1 significa que os sinais correspondentes não se aplicam no presente caso. Para uso da biblioteca motbepled.h com a placa PCI_UG_T1 deve-se informar o comando pinsDC0 exatamente como mostrado acima, ou seja: x.pinsDC2 (13, 27, 25); e deve ser informado na sessão de setup de todos os programas, sempre antes do x.begin()

x.pinsDC3(33, 23, 26);

comando que informa os pinos do microcontrolador ESP associados ao motor DC n.3, **caso exista**, sendo os dois primeiros do motor e o terceiro da velocidade PWM. O valor -1 significa que os sinais correspondentes não se aplicam no presente caso. Para uso da biblioteca motbepled.h com a placa PCI_UG_T1 deve-se informar o comando pinsDC0 exatamente como mostrado acima, ou seja: x.pinsDC3 (33, 23, 26); e deve ser informado na sessão de setup de todos os programas, sempre antes do x.begin()

x.pinBeep(5);

comando que informa o pino do microcontrolador ESP associado ao beep. Para uso da biblioteca motbepled.h com a placa PCI_UG_T1 deve-se informar o comando pinBeep exatamente como mostrado acima, ou seja: x.pinBeep (5); e deve ser informado na sessão de setup de todos os programas, sempre antes do x.begin()

x.pinLed(4, 1);

comando que informa o pino do microcontrolador ESP associado ao Led e o nível lógico para o led aceso. Para uso da biblioteca motbepled.h com a placa PCI_UG_T1 deve-se informar o comando pinLed exatamente como mostrado acima, ou seja: x.pinLed (4, 1); e deve ser informado na sessão de setup de todos os programas, sempre antes do x.begin()

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). Para motores 28BYJ-48 esse 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.stepstogo(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 se encontra parado. Antes de comandar qualquer movimentação deve-se consultar esta função para ter certeza que o motor n se encontra 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.timetogo(n);

esta função retorna no formato uint32_t, em milisegundos, o tempo ainda restante para que o motor DC n complete o último comando runDC. Se retornar zero significa que o motor DC n já está parado. Antes de comandar qualquer movimentação do motor DC n deve-se consultar esta função para ter certeza que o mesmo se encontra parado

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

Exemplos de utilização da biblioteca

No início do programa:

```
#include <motbepled.h>  
motbepled 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:**

//função principal:
`x.runStep(0, 2048, 3, true);`
//o motor começa a se movimentar imediatamente após a função runStep ser executada
//para saber se o motor de passo n.0 já chegou ao destino, fazer
`if (x.stepstogo(0)>0) {ainda não chegou ao destino. Está em movimento...};`
//a qualquer momento o movimento do motor de passo nº0 pode ser interrompido
`x.stopStep(0);`

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

// função principal:
`x.runDC(3, 15000, 75, false);`
//o motor começa a se movimentar imediatamente após a função runDC ser executada
//para saber se o motor DC nº3 ainda está girando ou já esta parado, fazer
`if (x.timetogo(3)>0) {ainda não terminou o último comando runDC. Está em movimento...};`
//a qualquer momento o movimento do motor DC nº3 pode ser interrompido
`x.stopDC(3);`

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

// função principal:
`x.beep(10, 500, 2000, 250);`
//os beeps começam a ser emitidos imediatamente após a função beep ser executada
//a qualquer momento a emissão dos beeps sonoros pode ser interrompida
`x.stopBeep();`

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

// função principal:
`x.led(50, 250, 100);`
//o Led começa a piscar imediatamente após a função led ser executada
//a qualquer momento as piscadas do Led podem ser interrompidas
`x.stopLed();`



//contagem de 4 segundos, de forma assíncrona:

// função principal:

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

//a variável x.xms começa a ser decrementada a cada milisegundo imediatamente após a função setms ser executada

O diretório “examples” da biblioteca motbepled contém diversos exemplos de programas, das mais variadas aplicações, como: movimentação de motores, emissão de beeps, acesso a redes WiFi, servidor web, e muitas outras.

IMPORTANTE: Antes da execução de qualquer um dos exemplos, deve-se conferir e alterar quando necessário a pinagem dos motores, beep e Led atribuída pelos comandos pinsStep, pinsDC, pinBeep e pinLed, para que correspondam fielmente ao hardware utilizado
