

# **PBLE-01 – 2022.2**

Prof. Rodrigo de Paula Rodrigues

rev 2.1 - Out/2022

# 1 Requisitos

A seguir, são apresentados os requisitos técnicos para o desenvolvimento de ambos os projetos individual e em grupo.

## 1.1 Projeto individual

Os requisitos gerais para o projeto individual são os seguintes:

- ser alimentada por potencial em corrente contínua;
- possuir uma unidade de processamento e controle (microprocessador);
- possuir um mecanismo de entrada de dados por meio de dois (2) botões;
- possuir uma unidade de exibição de informações por meio de visor de *LCD*;
- possuir um botão de reinício de operação (programa embarcado);
- possuir indicadores de operação do circuito através de *leds*; e
- permitir a atualização do embarcado por meio de gravação em circuito.

A Tabela 1 pormenoriza os requisitos e também lista os recursos disponíveis para se elaborar o projeto individual.

Tabela 1: Requisitos para o projeto individual

Requisito	Classe	Especificação
1	Ambiente de desenvolvimento	Kicad, versão 6.0.
2	Dimensões e afins	– até 7x7 cm <sup>2</sup> ; – face dupla; e – plano de terra na face inferior.
3	Alimentação	– suportar entrada de 9V a 12V em corrente contínua (CC); – operar sob tensão de 3.3V (CC); e – possuir tensão de 5.0V (CC).
4	Conector de programação	Compatível com o padrão JTAG/SWD com 5x2 pinos.
5	Microcontrolador	LPC1114FN28/102
6	Reguladores de tensão	LD1117AS33TR (3.3V) e LD1117AS50TR (5.0V)
7	Botões	1825910-6
8	Conector de alimentação	PJ-002A
9	Conector JTAG/SWD	70246-1002
10	Cristal	ATS12A
11	Capacitores e resistores gerais	Padrão SMD 0805
12	Diodos emissores de luz	LTST-C150GKT

13	Visor 16x2	JHD-162A
14	Capacitores (reguladores)	710-865090368008
15	Marcações na placa de circuito impresso	<ul style="list-style-type: none"> <li>– identificar pinos de gravação;</li> <li>– identificar componentes; e</li> <li>– especificar autoria, data e versão do projeto.</li> </ul>

## 1.2 Projeto em grupo

Os requisitos de projeto a serem aplicados para o ano letivo em questão são apresentados nas tabelas subsequentes. Eles são agrupados em classes funcionais.

Tabela 2: Ambientes e recursos de desenvolvimento

Requisito	Classe	Especificação
1	Ambientes de desenvolvimento	1 – Projeto de esquema elétrico e PCI: KiCad, versão 6; 2 – Embarcado de validação: linguagem C; 3 – Simulação: PICSimLab; 4 – Elaboração de documentação: LibreOffice.

Tabela 3: Requisitos físicos para a placa de circuito impresso

Requisito	Classe	Especificação
2	Características gerais da PCI	1 – Ter dimensões de até 7 x 7 cm <sup>2</sup> ; 2 – Possuir dupla face de condução; 3 – Utilizar a face inferior como plano de terra; 4 – Possuir identificação dos componentes; 5 – Possuir identificação do grupo de desenvolvimento; 6 – Possuir identificação do pino de referência para conectores de programação e de alimentação; 7 – Possuir identificação de pinos para demais conectores; 8 – Possuir quadro furos de fixação dispostos nos cantos; 9 – Possuir capacitores de supressão de tensão para todos os circuitos integrados.

Tabela 4: Requisitos de alimentação

Requisito	Classe	Especificação
3	Circuito de alimentação	1 – Suportar tensão de entrada de 7 a 10V (CC); 3 – Empregar conector de alimentação do tipo <i>jack J4</i> ; 4 – Possuir proteção contra tensão reversa; 5 – Possuir regulador linear com saída de 5V; 6 – Possuir regulador linear com saída de 3.3V; 7 – Possuir <i>led</i> de indicação de tensão de alimentação.

Tabela 5: Requisitos de processamento

Requisito	Classe	Especificação
4	Operação e atualização do embarcado	1 – Empregar microcontrolador da família LCP1114; 2 – Possuir barra de pinos para gravação no padrão <i>JTAG</i> ; 3 – Possuir circuito baseado “ <i>jumper</i> ” para permitir a gravação serial através de transceptor USB-serial; 4 – Chave tátil de reinício.

Tabela 6: Requisitos de interação

Requisito	Classe	Especificação
5	Interação com o usuário	1 – Possuir teclado numérico de cinco (5) teclas com disposição de controle (botões direcionais e de confirmação); 2 – Possuir barra de pinos de conexão para visor <i>LCD</i> externo de 16x2 (modo de comunicação de 4 pinos); 3 – Possuir quatro (4) <i>leds</i> para sinalização diversa.

Tabela 7: Requisitos de periféricos

Requisito	Classe	Especificação
6	Periféricos e expansão	1 – Empregar relógio de tempo real; 2 – Empregar conversor digital para analógico; 3 – Possuir entrada para sinal analógico diferencial; 4 – Possuir duas barras de expansão independentes cada qual com sinais de comunicação I <sup>2</sup> C, de referência e de alimentação; 5 – Possuir barra de expansão de sinais para pinos não utilizados do microcontrolador e a contemplar os sinais de alimentação.

Tabela 8: Requisitos de comunicação

Requisito	Classe	Especificação/
7	Comunicação	1 – Empregar conversor USB-serial.

Tabela 9: Requisitos para o programa embarcado de validação

Requisito	Classe	Especificação
8	Embarcado de validação	A operação do programa embarcado a ser desenvolvido deve ser capaz de, minimamente: 1 – Operar como um <i>menu</i> de seleção; 2 – Detectar e identificar o acionamento do teclado (R4.1); 3 – Exibir mensagens no visor de cristal líquido (R4.2); 4 – Testar diodos de sinalização (R4.3); e 5 – Ler a entrada diferencial (R5.2).

Tabela 10: Requisitos de espaçamento

Requisito	Classe	Especificação
9	Espaçamento e dimensões de trilhas	1 – Mínima largura para trilhas de sinais: 8 mils; 2 – Mínima largura para trilhas de alimentação: 12 mils; 3 – Mínimo espaçamento entre trilhas, furos e ilhas: 8 mils 4 – Mínimo diâmetro de furo de vias: 12 mils; 5 – Mínimo diâmetro de ilhas de vias: 25 mils; 6 – Não utilizar microvias.

## 2 Métricas de análise

As métricas utilizadas são listadas nas tabelas subsequentes.

Tabela 11: Parâmetros de análise

Gravidade	Problema/erro/deficiência/ausência	Pontos
Alta	Descumprimento a requisito estrutural (falta de funcionalidade)	2
	Incidência de curto-circuito	
	Ausência de conexão a sinais de alimentação (terra ou Vcc)	
	Ausência de trilha ou de pegada na PCI	
Média	Descumprimento a requisito não estrutural	1/2
	Erro em conexões/ausência de conexões	
	Emprego de pegada incompatível	
	Descumprimento de requisito dimensional (PCI)	
	Ausência de componentes em lista de compra	
	Especificação incorreta/incompleta de componente	
	Erro em funcionalidade do programa embarcado	
	Posicionamento incoerente de componentes	
	Má utilização de áreas na placa de circuito impresso	
	Ausência ou erro em delimitações de áreas	
	Desrespeito à norma culta da língua (documentação)	
Baixa	Demais casos não contemplados pelas gravidades alta e média	1/4

Tabela 12: Classificação conceitual relativo ao projeto individual

Conceito	Problema/erro/deficiência/ausência	Parâmetro
Bom	O projeto atende a todos os requisitos estipulados, ou seja, seu esquema elétrico e placa de circuito impresso não apresentam erros significativos, seu manual foi bem editado e é completo, e seu programa embarcado atende a todos os casos de operação esperados.	Ausência de erros de gravidade alta ou média
Satisfatório	O projeto atende a quase todos os requisitos estipulados, mas contempla alguns poucos erros de gravidade média e baixa. Se confeccionada, é provável que a placa necessite de reparos físicos mínimos.	Erros de gravidade média e baixa, com acúmulo de até 2 pontos
Ruim	O projeto atende a uma parte considerável dos requisitos, mas apresenta pelo menos um erro de gravidade alta. Caso confeccionada, a placa precisará de reparos físicos e certamente terá sua operação comprometida.	Apresenta apenas um erro de gravidade alta ou vários erros de gravidade média e/ou baixa, com acúmulo de até 4 pontos
Insatisfatório	Apresenta não atende aos requisitos básicos e/ou apresenta um conjunto de erros que inviabilizam sua aplicação. Caso fosse confeccionada, a placa precisaria de reparos físicos e teria sua operação comprometida.	A partir de um erro de gravidade alta e com soma de penalidades superior a 4 pontos.

Tabela 13: Classificação conceitual relativo ao projeto em grupo

<b>Conceito</b>	<b>Problema/erro/deficiência/ausência</b>	<b>Parâmetro</b>
Bom	O projeto atende a todos os requisitos estipulados, ou seja, seu esquema elétrico e placa de circuito impresso não apresentam erros significativos, seu manual foi bem editado e é completo e seu programa embarcado atende a todos os casos de operação esperados.	Ausência de erros de gravidade alta ou média
Satisfatório	O projeto atende a todos os requisitos estipulados, mas contempla alguns poucos erros de gravidade média e baixa. Caso seja confeccionada, a placa poderá passar por reparos físicos mínimos.	Erros de gravidade média e baixa, com acúmulo de até 3 pontos
Insatisfatório	Apresenta pelo menos um erro de gravidade alta ou muitos erros de gravidade média e/ou baixa. Caso fosse confeccionada, a placa precisaria de reparos físicos e teria sua operação comprometida.	Pelo menos um erro de gravidade e/ou demais erros que gerem acúmulo de penalidades superior a 3 pontos.

### 3 Recursos disponíveis

Os componentes disponíveis para se elaborar o projeto em grupo são listados na tabela subsequente.

Tabela 14: Componentes disponíveis

Item	Modelo	Fabricante
Processador	LPC1114FBD48/302	NXP
Relógio de tempo real	MCP7940N-I/SN	Microchip
Transceptor USB–serial	MCP2200–I/SO	Microchip
Conversor digital para analógico	MCP4725A0T-E/CH	Microchip
Resistores diversos (100, 470, 1k, 4k7, 10k, 100k e 1 M)	SMD 0805	-
Capacitores cerâmicos (22 e 39 pF, 10 nF, 100 nF e 220 nF)	SMD 0805	-
Capacitores (regulador de tensão)	710-865090368008	Würth Elektronik
Trimpot de 10k	P160KN–0QC15B100K	TT Electronics
Trimmer de 10k	3296W–1–103RLF	Bourns Inc.
Barra de pinos	PPTC101LFBN–RC	Sullins Connector Solutions
Conector de energia	PJ–002A	CUI Devices
Diodos emissores de luz	LTST–C150GKT	Lite On
Amplificador operacional	LM358DR/LM358DG	On Semi
Conector USB	897–43–004–90–000000	Mill–Max
Chaves tácteis	1825910–6	TE Connectivity
Reguladores de tensão	LD1117AS33TR (3.3V) e LD1117AS50TR (5.0V)	STMicroelectronics
Cristal de 32.768 kHz	AB38T–32.768KHZ	ABRACON
Cristal de 20 MHz	ATS20A	CTS Electronic Components
Cristal de 12 MHz	ATS12A	CTS Electronic Components
Conector para entradas diferenciais	OSTTA024163	On Shore Technology Inc.
Conector para barra de expansão	3–644456–2 (por exemplo)	TE Connectivity
Diodo retificador	1N5819HW–7	Diodes Incorporated
Visor de 16x2 pontos	JHD162A	–
Conector JTAG (SWD)	70246-1002	Molex



## 4 Instruções de entrega

Projeto individual:

- O projeto do esquema elétrico; e
- O projeto da placa de circuito impresso.

Projeto em grupo:

- O projeto do esquema elétrico, a conter:
  - arquivo de projeto do esquema elétrico;
  - arquivo (biblioteca) que contemple todos os símbolos criados (esquema elétrico);
  - relatório de verificação de erros correspondente.
- O projeto da placa de circuito impresso, a conter:
  - arquivo de projeto da placa de circuito impresso;
  - arquivo (biblioteca) que contemple todos os módulos criados (pegadas);
  - todos os arquivos de produção da placa de circuito impresso;
  - relatório de verificação de erros correspondente.
- O programa embarcado de validação, a conter:
  - o código-fonte desenvolvido;
  - arquivo executável (.hex) associado.
- O manual da placa de circuito impresso desenvolvido (formato digital pdf)

## 5 Cronograma de desenvolvimento

Tabela 15: Cronograma de desenvolvimento e avaliação cruzada de projetos

Semana*	Tema	Entrega
1	Apresentação	-
2	Captura de esquemas elétricos	-
3	Acompanhamento de atividades	Versão preliminar do esquema elétrico (PI)
4	Elaboração de PCI	Esquema elétrico para o projeto individual (PI)
5	Acompanhamento de atividades	Versão preliminar do projeto da PCI (PI)
6	Aspectos complementares de projeto	Projeto da PCI para o projeto individual (PI)
7	Acompanhamento de atividades	Avaliações cruzadas para o projeto individual
8		Entrega de equipes para projeto em grupo
9		Esquema elétrico do projeto em grupo
10	Embarcado de validação	Avaliações cruzadas do esquema elétrico
11	Acompanhamento de atividades	Projeto da PCI do projeto em grupo
12	Documentação de projeto	Avaliações cruzadas da PCI
13	Acompanhamento de atividades	Embarcado de validação
14		Entrega de todos os arquivos de projeto

\* semana de aula efetiva