

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

LEONARDO WINTER PEREIRA  
LUCAS ZIMMERMANN CORDEIRO  
LUÍS FELIPE MAZZUCHETTI ORTIZ

**DALLE PAD**

ARTIGO ACADÊMICO

**CURITIBA**

**2015**

LEONARDO WINTER PEREIRA  
LUCAS ZIMMERMANN CORDEIRO  
LUÍS FELIPE MAZZUCHETTI ORTIZ

## **DALLE PAD**

Artigo Acadêmico apresentado pelo Bacharelado em Engenharia de Computação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para aprovação na disciplina de "Oficinas de Integração 3".

Orientador: Gustavo Benvenuto Borba  
Guilherme Alceu Schneider

**CURITIBA**

**2015**

AQUI A DEDICATÓRIA

## **AGRADECIMENTOS**

AQUI OS AGRADECIMENTOS

”A geometria é uma ciência de todas as espécies possíveis de espaços.”(Kant)

## **RESUMO**

WINTER PEREIRA, Leonardo; ZIMMERMANN CORDEIRO, Lucas; MAZZUCHETTI ORTIZ, Luís F.. DALLE PAD. 30 f. Artigo Acadêmico – Bacharelado em Engenharia de Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Resumo (Máximo de 500 palavras).

**Palavras-chave:** Arduino, Android, Projeto, Gerenciamento

## **ABSTRACT**

WINTER PEREIRA, Leonardo; ZIMMERMANN CORDEIRO, Lucas; MAZZUCHETTI ORTIZ, Luís F.. DALLE PAD. 30 f. Artigo Acadêmico – Bacharelado em Engenharia de Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Abstract text (maximum of 500 words).

**Keywords:** Arduino, Android, Project, Management

## **LISTA DE FIGURAS**



## **LISTA DE TABELAS**

## **LISTA DE SIGLAS**

USB	Universal Serial Bus
MIDI	Musical Instrument Digital Interface

## LISTA DE SÍMBOLOS

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	TEMA	12
1.2	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	14
1.3	PROBLEMA	14
1.4	OBJETIVOS	14
1.4.1	Objetivos Gerais	14
1.4.2	Objetivos Específicos	14
1.5	JUSTIFICATIVA	15
1.6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	15
1.7	EMBASAMENTO TEÓRICO	15
1.8	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
1.9	BANCA EXAMINADORA	16
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>17</b>
2.1	MIDI	17
2.1.1	O que é MIDI	17
2.2	MICROCONTROLADORES E ARDUINO	18
2.2.1	Microcontroladores	18
2.2.2	Arduino	18
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>19</b>
3.1	HARDWARE	19
3.2	ESTAÇÃO BASE PRINCIPAL	19
3.2.1	Interface	19
3.2.2	Lógica	19
3.3	ESTAÇÃO BASE SECUNDÁRIA	19
3.3.1	Interface	19
3.3.2	Lógica	19
3.4	COMUNICAÇÃO ENTRE HARDWARE E SOFTWARE	19
3.5	PROJETO MECÂNICO - INVÓLUCRO	19
3.5.1	Programas Utilizados para a execução do Projeto	19
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>21</b>
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	21
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>22</b>
	<b>Apêndice A – NOME DO APÊNDICE</b>	<b>23</b>
	<b>Anexo A – DATASHEETS</b>	<b>24</b>
A.1	POTENCIÔMETRO ROTATIVO	25
A.2	POTENCIÔMETRO LINEAR	27

## 1 INTRODUÇÃO

**DALLE PAD - O Gadget que te transforma em um DJ** foi desenvolvido para a disciplina de Oficina de Integração 3 (IF66J - S71), do curso de Engenharia de Computação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Como proposto pela disciplina, o sistema é composto por uma estação base principal (desenvolvida para *Desktop e notebook*) e outra secundária (desenvolvida para *mobile*), um sistema de comunicação e um sistema embarcado. Em ambas as estações base encontram-se os softwares de interface com o usuário; o sistema de comunicação é baseado em tecnologia sem fio, além de conexão USB e MIDI; o sistema embarcado consiste em um sistema microcontrolado e a estrutura física do produto é composta por um invólucro mecânico contendo todo o sistema microcontrolado e toda a estrutura física necessária para que o usuário final possa utilizar tudo o que o **DALLE PAD** permite.

Este capítulo divide-se em nove seções. Na Seção 1.1 e 1.2, apresentam-se o tema e a delimitação do projeto, respectivamente. Na Seção 1.3, enuncia-se o problema cuja solução é proposta neste trabalho. Na Seção 1.4, enunciam-se os objetivos geral e específicos. A justificativa e o procedimento metodológico adotados são descritos, respectivamente, nas seções 1.5 e 1.6. Na Seção 1.7 é apresentado o embasamento teórico, na Seção 1.8 é apresentada a estrutura do restante do trabalho e por fim, na Seção 1.9, é apresentada a banca examinadora e pessoas convidadas para a defesa do trabalho.

### 1.1 TEMA

A música é a arte de combinar sons de maneira agradável ao ouvido e a sensibilidade emocional utilizando elementos como melodia, harmonia e ritmo. Atualmente, não se conhece nenhuma civilização ou agrupamento que não possua manifestações musicais próprias. A criação, o desempenho, o significado e até mesmo a definição de música variam de acordo com a cultura e o contexto social, como composições fortemente organizadas e improvisadas.

A música expandiu-se ao longo dos anos, e atualmente encontra-se em diversas utilidades, não só como arte, mas também como a militar, educacional ou terapêutica (musicoterapia). Além disso, tem presença central em diversas atividades coletivas, como os rituais religiosos e festas. (PPD, 2011)

Os instrumentos musicais até o século XIX baseavam-se em um mesmo princípio de produção sonora, todo som era proveniente da vibração de algum material elástico (as cordas do violão e do piano, por exemplo) que gerava ondas que se propagam pelo ar até atingirem o sistema auditivo do ouvinte. Entretanto, o surgimento de novas tecnologias baseadas na eletricidade e no uso de sinais eletromagnéticos abriu a possibilidade da geração de sons artificiais, sem a utilização de instrumentos mecânicos. Embora as ondas que atingem os ouvidos possuam a mesma natureza, a sua produção é radicalmente diferente. (SANTINI, 2005)

Para alguns indivíduos, a música está extremamente ligada à sua vida, mas a dificuldade de manter um grupo musical unido é muito grande, sem contar o custo elevado de determinados instrumentos e outros equipamentos. Atualmente, pode-se contar com a Tecnologia MIDI.

Desde seu lançamento no mercado no início da década de 1980, o protocolo MIDI tem tido um papel de grande importância na indústria da música. Entretanto, mais importante ainda é que este trouxe para músicos e entusiastas uma ferramenta que lhes permitiu preencher a lacuna antes existente. MIDI permitiu, pela primeira vez, um meio de comunicação de informações musicais de um dispositivo para outro de uma forma que foi aceito e adotado por toda uma indústria. (GUERIN, 2009)

Alguns anos mais tarde, em meados da década de 1990, alguns acreditavam que MIDI não tinha mais futuro. Estações de trabalho de áudio digital foram se tornando cada vez mais acessíveis e computadores passaram a oferecer um poder de processamento cada vez maior, que o uso de MIDI foi quase considerada uma coisa do passado, lento demais para continuar sendo utilizado. Entretanto, não foi isso o que aconteceu.

Este protocolo continua sendo amplamente utilizado na área musical, e é de interesse deste projeto compreender a teoria por trás do mesmo, não somente sua utilização no produto final, o controlador DALLÉ PAD.

Inspirado em diversos produtos já existentes, o protótipo aqui apresentado será capaz de realizar todas as principais funções de um controlador MIDI (a ser explicitado no decorrer deste documento).

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Este trabalho busca disponibilizar as informações necessárias sobre o protocolo MIDI para os leitores interessados, incluindo sua importância, utilidade e formas de utilização, além de explicar a teoria por trás de todos os conceitos utilizados neste protótipo. Desta forma, até mesmo o leitor leigo na área de computação musical poderá acompanhar este trabalho sem maiores problemas.

Com o objetivo de desenvolver um produto acessível para o usuário final, procurou-se componentes de baixo custo e interfaces gráficas para trabalhar em conjunto com o mesmo que fossem comuns e de fácil aquisição: computadores, *notebooks*, *smartphones* e *tablets*.

## 1.3 PROBLEMA

## 1.4 OBJETIVOS

Nesta seção são apresentados os objetivos geral e específicos do trabalho, relativos ao problema anteriormente apresentado.

### 1.4.1 OBJETIVOS GERAIS

Desenvolver um controlador MIDI capaz de exercer todas as principais funções impostas a ele no meio musical, através de um dispositivo que possua sistema operacional *Android* e comunicação por *bluetooth* ou através de um computador ou *notebook* que possua o sistema operacional *Windows*, utilizando-se das comunicações USB e MIDI.

### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudo profundo do protocolo MIDI;
- Projetar e montar o protótipo do controlador aqui proposto;
- Desenvolver um aplicativo para *Android* capaz de se comunicar com o mesmo;
- Desenvolver um software para *Windows* capaz de trabalhar com arquivos MIDI e de se comunicar com o controlador;
- Implementação do protocolo de comunicação entre as estações base e o controlador.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

## 1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A natureza deste trabalho é de pesquisa aplicada, pois gerará um protótipo de aplicação prática, dirigido a um problema específico. A abordagem é qualitativa, envolvendo testes do projeto em ambiente simulado.

O seu desenvolvimento é organizado em três principais estágios: pesquisa bibliográfica, implementação e experimentação. Na fase de pesquisa bibliográfica, são considerados os resultados de trabalhos passados que se mostraram relevantes para a implementação do presente projeto, desde os conceitos mais abrangentes (e.g.: ) até os mecanismos básicos (e.g.: ).

## 1.7 EMBASAMENTO TEÓRICO

Para que seja possível a execução deste projeto, diversas referências serão utilizadas.

Referente ao protocolo MIDI, serão utilizados como referencial teórico, principalmente, (ALVES, 2009), (HEWITT, 2008), (COLBECK, 2016), (GUERIN, 2009), (MCGUIRE, 2013) e (HUBER, 2012), mas diversos outros trabalhos serão citados no decorrer deste trabalho.

Referente às estações base, os principais referenciais teóricos são, além dos já citados anteriormente, (BALLOU, 2015), (GREGOIRE, 2014), (JACKSON, 2013), além de (ANDROID, 2015).

Por último, para o sistema microcontrolado, as principais referencias são (WHEAT, 2011), (BAYLE, 2013), (GHASSAEI, 2015) e (HASS, 2013), além de (ARDUINO, 2014a), (ARDUINO, 2014b).

## 1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho terá a estrutura abaixo apresentada:

- Capítulo 1 - Introdução: são apresentados o tema, as delimitações da pesquisa, o problema e a premissa, os objetivos da pesquisa, a justificativa, os procedimentos metodológicos, as indicações para o embasamento teórico e a estrutura geral do trabalho.



- Capítulo 2 - Fundamentação Teórica: são apresentados os conceitos e equipamentos necessários para a construção do Dalle Pad.
- Capítulo 3 - Desenvolvimento: é apresentado o funcionamento do Hardware e Software do Dalle Pad, bem como a comunicação entre ambas as partes.
- Capítulo 4 - Resultados e Discussões: são apresentados os resultados obtidos e discussões pertinentes.
- Capítulo 5 - Considerações Finais: serão retomadas a pergunta de pesquisa e os seus objetivos e apontado como foram solucionados, respondidos, atingidos, por meio do trabalho realizado. Além disto, serão sugeridos trabalhos futuros que poderiam ser realizados a partir do estudo realizado.

## 1.9 BANCA EXAMINADORA

Durante toda a execução deste projeto, diversos alunos e professores foram de extrema ajuda e importância.

É com grande alegria que nomeio alguns destes para participar da banca examinadora do projeto:

- Aluno(s) convidado(s):  
João Pedro Curti  
André Eleutério
- Professor orientador:  
César Manuel Vargas Benitez (DAELN)  
Rafael Barreto (DAFIS)
- Professor(a) convidado(a):  
Leyza Dorini (DAINF)  
Fábio Dorini (DAMAT)
- Professor(es) da disciplina:  
Gustavo Benvenuti Borba (DAELN)  
Guilherme Alceu Schneider (DAELN)

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para uma melhor compreensão e análise do funcionamento e princípios envolvidos em um controlador MIDI, é fundamental entendermos todos os conceitos nesse processo, bem como as características das tecnologias utilizadas na construção do protótipo e de ambos os aplicativos de controle. Assuntos, esses, que serão tratados no decorrer dessa seção.

### 2.1 MIDI

Uma vez que o projeto aqui proposto baseia-se, basicamente, no funcionamento deste protocolo e na troca de informações deste com outros dispositivos, é imprescindível um completo entendimento do mesmo.

Esta será a mais longa seção deste capítulo, mas também a mais importante. Além disso, aqui serão citados grandes nomes utilizados como referência para este projeto, para o caso de o leitor se interessar pelos conteúdos aqui expostos e quiser se aprofundar nos mesmos.

#### 2.1.1 O QUE É MIDI

O primeiro conceito que o leitor deve entender é o que é, de fato, o protocolo MIDI, citado repetidas vezes no capítulo anterior, mas que ainda não foi explicitado. Para tanto, serão citadas duas definições deste e após, será estudado o real significado das mesmas.

Adam Olson, do Conservatório Shenandoah, define MIDI como:

[...] MIDI é um protocolo de controle  
que envia dados entre vários  
instrumentos musicais e sequenciadores.

---

(MCGUIRE, 2013)

Já David Miles Huber, autor do livro *The MIDI Manual* define MIDI como:

[...] Basicamente, MIDI é uma linguagem e especificação compatível de comunicação digital que permite múltiplos hardwares e softwares se comunicarem uns com os outros através de uma rede conectada.

---

(HUBER, 2012)

Com estas definições, pode-se perceber que MIDI é, por si só, incapaz de reproduzir som. Esta é sua maior qualidade. Seus dados podem ser gravados em um programa de software (conhecido como sequenciador) ou dispositivo de hardware, onde estes podem ser editados e transmitidos para instrumentos eletrônicos ou outros dispositivos para criar a música ou controlar qualquer parâmetro desejado.

## 2.2 MICROCONTROLADORES E ARDUINO

### 2.2.1 MICROCONTROLADORES

#### 2.2.2 ARDUINO

### **3 DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 HARDWARE**

#### **3.2 ESTAÇÃO BASE PRINCIPAL**

##### **3.2.1 INTERFACE**

##### **3.2.2 LÓGICA**

#### **3.3 ESTAÇÃO BASE SECUNDÁRIA**

##### **3.3.1 INTERFACE**

##### **3.3.2 LÓGICA**

#### **3.4 COMUNICAÇÃO ENTRE HARDWARE E SOFTWARE**

Nesta seção discutiremos como foi realizada a comunicação entre o Hardware e o Software do Dalle Pad.

#### **3.5 PROJETO MECÂNICO - INVÓLUCRO**

##### **3.5.1 PROGRAMAS UTILIZADOS PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO**

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

## REFERÊNCIAS

ALVES, L. **Fazendo Música no Computador**. 368: Editora Campus, 2009.

ANDROID. **Android Reference**. 2015.

ARDUINO. **Arduino Core functions and Libraries**. 2014. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/persistence\\_of\\_vision](http://en.wikipedia.org/wiki/persistence_of_vision)>. Acesso em: 02 de janeiro de 2014.

ARDUINO. **Arduino Reference**. 2014. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Reference/HomePage>>. Acesso em: 02 de janeiro de 2014.

BALLOU, G. **Handbook for Sound Engineers, 5th Edition**. 368: Focal Press, 2015.

BAYLE, J. C **Programming for Arduino**. 368: Packt Publishing, 2013.

COLBECK, J. **MIDI Inside and Out**. 368: musicPRO guides, 2016.

GHASSAEI, A. **Send and Receive MIDI with Arduino**. 2015. Disponível em: <<http://www.instructables.com/id/Send-and-Receive-MIDI-with-Arduino/?ALLSTEPS>>. Acesso em: 19 de dezembro de 2015.

GREGOIRE, M. **Professional C++, 3rd Edition**. 368: John Wiley and Sons, Inc., 2014.

GUERIN, R. **Midi Power!** 368: Course Technology PTR, 2009.

HASS, J. **Indiana University - Introduction to Computer Music**. 2013. Disponível em: <[http://www.indiana.edu/emusic/etext/MIDI/chapter3\\_MIDI.shtml](http://www.indiana.edu/emusic/etext/MIDI/chapter3_MIDI.shtml)>. Acesso em: 19 de dezembro de 2015.

HEWITT, M. **Music Theory for Computer Musicians**. 368: Course Technology, 2008.

HUBER, D. M. **The MIDI Manual, 3rd Edition**. 368: Focal Press, 2012.

JACKSON, W. **Learn Android App Development**. 368: Focal Press, 2013.

MCGUIRE, S. **Modern MIDI**. 368: Focal Press, 2013.

PPD. **Projetos Pedagógicos Dinâmicos - Música**. 2011. Disponível em: <<http://www.projetospedagogicosdinamicos.com/musica.htm>>. Acesso em: 28 de dezembro de 2015.

SANTINI, R. M. **Admirável Chip Novo: A música na era da internet**. Pág. 27 a 29: Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais, 2005.

WHEAT, D. **Arduino Internals**. 368: Apress, 2011.

**APÊNDICE A – NOME DO APÊNDICE**



## **ANEXO A – DATASHEETS**

Este capítulo compreende todos os *datasheets* utilizados durante o desenvolver do projeto.

É importante ressaltar que os componentes desenvolvidos pela própria equipe, sistemas eletrônicos e códigos estão todos relatados no capítulo anterior.

# A.1 POTENCIÔMETRO ROTATIVO



## Features

- Low torque
- Carbon element
- Plain or knurled shaft option
- Metal bushing
- Metal shaft
- Rear solder lugs
- Audio or linear taper options



- Variety of resistance values
- RoHS compliant\*

## PDB241-GTR Series - 24 mm Guitar Potentiometer

### Electrical Characteristics

Taper.....Audio, linear  
Standard Resistance .....10K to 1M ohms  
Standard Resistance Tolerance.....±20 %

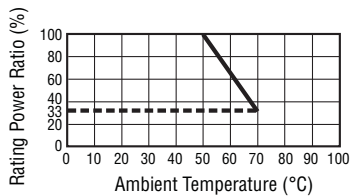
### Environmental Characteristics

Operating Temperature .....-10 °C to +70 °C  
Power Rating .....0.25 watt  
Maximum Operating Voltage .....250 V  
Rotational Noise .....150 mV max.

### Mechanical Characteristics

Mechanical Angle .....300 ° ±5 °  
Rotational Torque .....10 to 45 g-cm  
Stop Strength.....8 kg-cm min.  
Rotational Life.....15,000 cycles min.  
Soldering Condition  
Manual Soldering .....300 °C within 3 seconds  
Wave Soldering .....260 °C within 3 seconds  
Hardware .....Two flat washers and two mounting nuts supplied per potentiometer

### Derating Curve

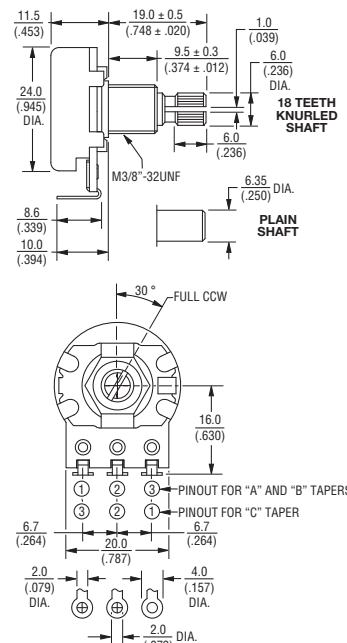


### Standard Resistance Table

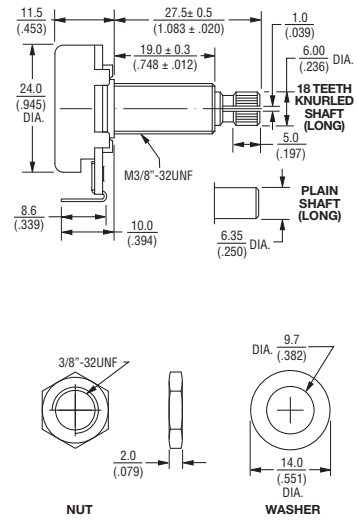
Resistance (Ohms)	Resistance Code
10,000	103
25,000	253
50,000	503
100,000	104
250,000	254
300,000	304
500,000	504
1,000,000	105

### Product Dimensions

#### PDB241-GTR01



#### PDB241-GTR03



TOLERANCES:  
UNDER 10.0 = ±0.3 (0.394) (±0.012) 10.0 - 100 = ±0.5 (0.394 - 3.937) (±0.020)

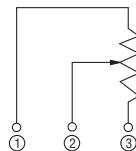
DIMENSIONS: MM (INCHES)

### How To Order

#### PDB24 1 - GTR 01 - 504 A2

Model \_\_\_\_\_  
Number of Units \_\_\_\_\_  
1 = Single  
Guitar Pot Designator \_\_\_\_\_  
Configuration \_\_\_\_\_  
1 = Knurled Shaft / Solder Lugs  
2 = Plain Shaft / Solder Lugs  
3 = Knurled Shaft (Long) / Solder Lugs  
4 = Plain Shaft (Long) / Solder Lugs  
Resistance Code (See Table) \_\_\_\_\_  
Resistance Taper (See Taper Charts) \_\_\_\_\_

### Circuit



\*RoHS Directive 2002/95/EC Jan. 27, 2003 including annex and RoHS Recast 2011/65/EU June 8, 2011.

Specifications are subject to change without notice.

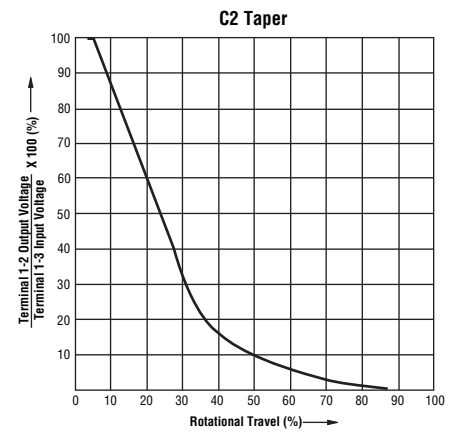
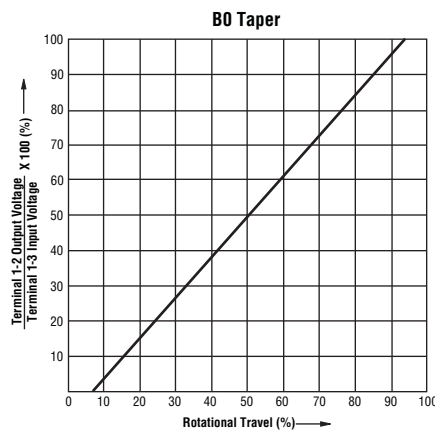
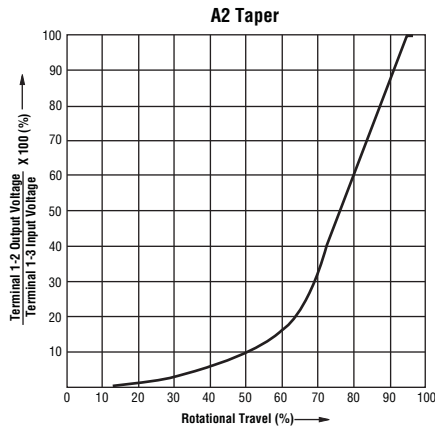
The device characteristics and parameters in this data sheet can and do vary in different applications and actual device performance may vary over time.

Users should verify actual device performance in their specific applications.

# PDB241-GTR Series - 24 mm Guitar Potentiometer

**BOURNS®**

## Taper Charts



Other tapers available.

REV. 11/13

Specifications are subject to change without notice.  
The device characteristics and parameters in this data sheet can and do vary in different applications and actual device performance may vary over time.  
Users should verify actual device performance in their specific applications.

## A.2 POTENCIÔMETRO LINEAR

13.12.2015

RS\*\*N Series - Basic information

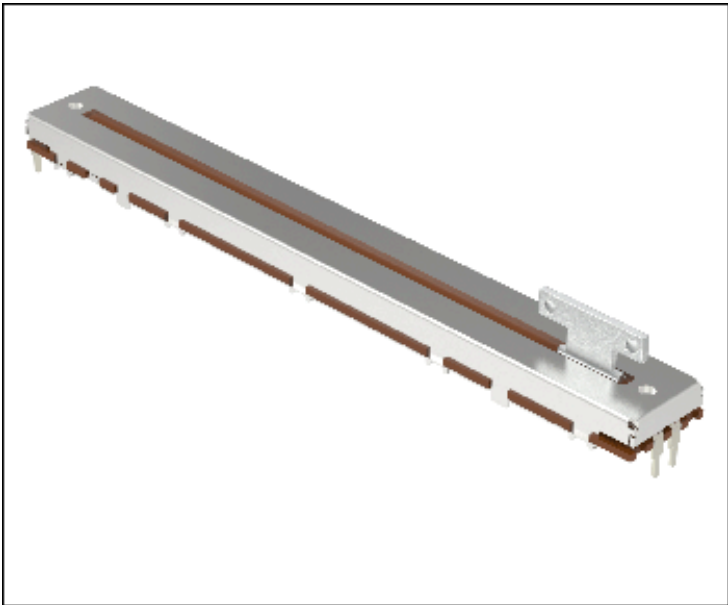


### Low-profile Master Type (N Fader) RS\*\*N Series

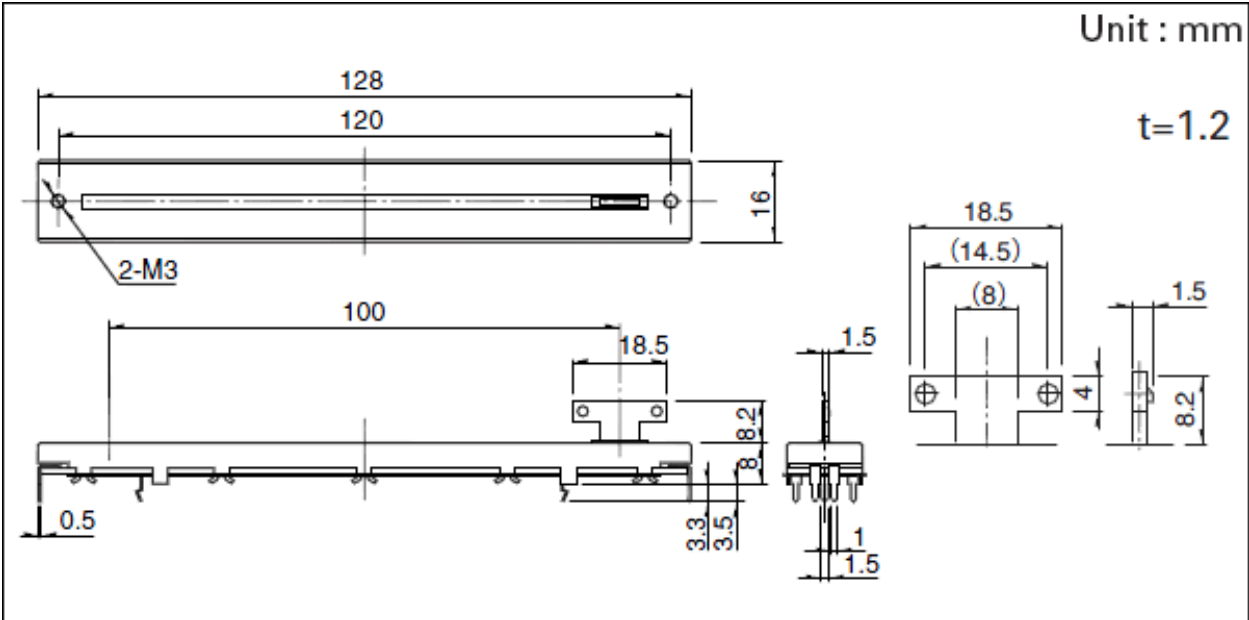
Part number		<b>RSA0N1219A03</b>
Number of resistor elements		Dual-unit
Direction of lever		Vertical
Travel		100mm
Lever type		9-T (T-Bar)
Length of lever		8.2mm
Total resistance		10kΩ
Resistance taper		15A
Terminal style		For PC board
Operating temperature range		-10°C to +60°C
Electrical performance	Total resistance tolerance	±20%
	Maximum operating voltage	350V AC
	Rated power	0.25W
	Insulation resistance	100MΩ min. 250V DC
	Voltage proof	250V AC for 1 minute
Mechanical performance	Operating force	0.4(+0.5, -0.35)N
	Stopper strength	100N
	Lever push-pull strength	50N
	Lever wobble (Both side)	1.312mm
	Lever deviation (One side)	0.5mm max.

Durability	Operating life	30,000 cycles
Minimum order unit (pcs.)	Japan	200
	Export	400

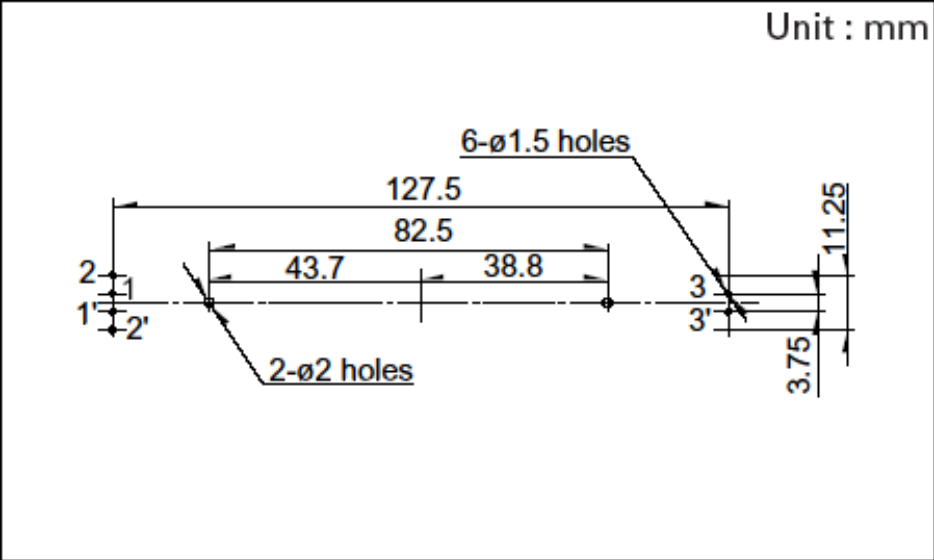
Photo



Dimensions

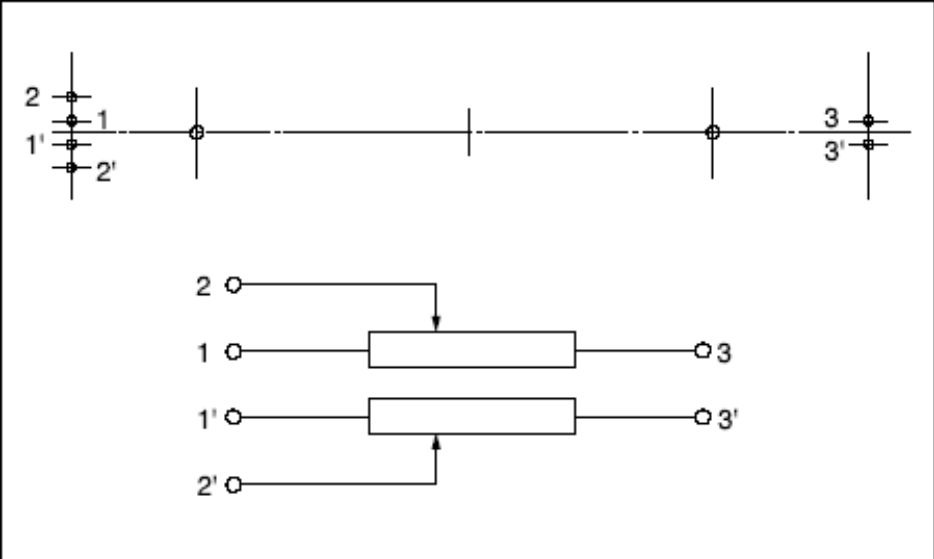


Mounting Hole Dimensions



Viewed from mounting side.

Terminal Layout / Circuit Diagram



Packing Specifications

<b>Tray</b>		
Number of packages (pcs.)	1 case / Japan	200
	1 case / export packing	400
<hr/>		
Export package measurements (mm)		377×517×371

Soldering Conditions

<b>Reference for Dip Soldering</b>		
Preheating	Soldering surface temperature	100°C max.
	<hr/>	
	Heating time	1 min. max.

Dip soldering	Soldering temperature	260°C max.
	Soldering time	5s max.
No. of solders		1 time

**Reference for Hand Soldering**

Tip temperature	350°C max.
Soldering time	3s max.
No. of solders	1 time

**Notes are common to this series/models.**

1. This site catalog shows only outline specifications. When using the products, please obtain formal specifications for supply.
2. Please place purchase orders per minimum order unit (integer).
3. Products other than those listed in above products are also available. Please contact us for details.
4. "L" in the "Lever Wobble" column of the above table indicates the length of lever.