

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

2016

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

2016

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. 39 f. Artigo Acadêmico – Bacharelado em Engenharia de Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

Resumo (Máximo de 500 palavras).

Palavras-chave: Arduino, Android, Projeto, Gerenciamento

ABSTRACT

WINTER PEREIRA, Leonardo; ZIMMERMANN CORDEIRO, Lucas; MAZZUCHETTI ORTIZ, Luís F.. DALLE PAD. 39 f. Artigo Acadêmico – Bacharelado em Engenharia de Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

Abstract text (maximum of 500 words).

Keywords: Arduino, Android, Project, Management

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – Exemplo de transmissão das mensagens de Nota ON e OFF	20
FIGURA 2.2 – Comparação entre transmissão serial e paralela	21
FIGURA 2.3 – Conector MIDI	22
FIGURA 2.4 – Conectores fêmeas MIDI	23
FIGURA 2.5 – Exemplo de canais MIDI	24
FIGURA 2.6 – Byte de estado e de dados	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – Pinos em um conector MIDI	22
TABELA A.1 – Notas musicais em MIDI	32

LISTA DE SIGLAS

USB	Universal Serial Bus
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
SMF	Standard MIDI Files
bps	<i>bits</i> por segundo
GND	Ground
Thru	Through

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
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	15
1.5	JUSTIFICATIVA	15
1.6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	15
1.7	EMBASAMENTO TEÓRICO	15
1.8	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
1.9	BANCA EXAMINADORA	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	MIDI	18
2.1.1	O que é MIDI	18
2.1.2	O protocolo de comunicação MIDI	20
2.1.3	Hardware e conectores	22
2.1.4	Formatos de distribuição	23
2.1.5	Canais MIDI	24
2.2	MENSAGENS MIDI	25
2.2.1	Mensagens de estado e de dados	25
2.3	MICROCONTROLADORES E ARDUINO	26
2.3.1	Microcontroladores	26
2.3.2	Arduino	26
3	DESENVOLVIMENTO	27
3.1	HARDWARE	27
3.2	ESTAÇÃO BASE PRINCIPAL	27
3.2.1	Interface	27
3.2.2	Lógica	27
3.3	ESTAÇÃO BASE SECUNDÁRIA	27
3.3.1	Interface	27
3.3.2	Lógica	27
3.4	COMUNICAÇÃO ENTRE HARDWARE E SOFTWARE	27
3.5	PROJETO MECÂNICO - INVÓLUCRO	27
3.5.1	Programas Utilizados para a execução do Projeto	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	29
	REFERÊNCIAS	30
	Apêndice A – NOME DO APÊNDICE	32
A.1	NOTAS MUSICAIS EM MIDI	32

Anexo A – DATASHEETS	33
A.1 POTENCIÔMETRO ROTATIVO	34
A.2 POTENCIÔMETRO LINEAR	36

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

O trabalho consiste na confecção de um controlador MIDI e sua integração à um sistema através do uso das comunicações *bluetooth*, USB e MIDI. Com o objetivo principal do trabalho sendo adquirir experiência e aprendizado quanto aos elementos envolvidos, o problema do projeto se limita à utilização do *bluetooth* e ao custo total do projeto. Ao longo do desenvolvimento do projeto, o problema que se procura resolver é: Existe como confeccionar um controlador MIDI que utilize as comunicações citadas e que possua custo acessível?

A primeira etapa do desenvolvimento do projeto se baseia na escolha dos componentes e sua montagem, procurando a solução quanto aos custos totais. Já na segunda fase, o desenvolvimento da integração com um sistema irá permitir avaliar a viabilidade do *bluetooth* no projeto.

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), (MC-GUIRE, 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 Benvenutti 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 três 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)

Robert Guérin, autor do livro *MIDI Power!*, por sua vez, define MIDI como:

[...] MIDI permite que músicos, engenheiros de som e iluminação, entusiastas da computação, ou qualquer outra pessoa usem computadores e instrumentos musicais eletrônicos para criar, ouvir e aprender sobre música, oferecendo uma linguagem comum que é compartilhado entre dispositivos e software compatíveis.

(GUERIN, 2009)

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. Além disso, MIDI pode ser separado em três entidades diferentes: A linguagem utilizada, também conhecida como protocolo de comunicação; a interface de hardware utilizada para transmitir e receber essas informações (tais como conectores e cabos); e os formatos de distribuição, tal como SMF (Arquivos MIDI padrão). No decorrer deste capítulo, abordaremos separadamente cada entidade, a fim de entender como elas trabalham juntas e o porquê do MIDI funcionar tão bem, oferecendo interconectividade, flexibilidade e (em termos de tamanho de arquivo) portabilidade.

Fundamentalmente, MIDI é uma linguagem de descrição de música em forma binária, em que cada palavra binária descreve um evento de uma música. Cada instrumento musical realiza um som, o qual está totalmente sobre controle do músico. O músico controla o momento em que o instrumento começará a realizar um determinado som - um tecladista pressionará uma tecla, um trompetista soprará ar e um baixista puxará uma corda. Considere esta ação como o

evento **Nota ON**. A mensagem MIDI em si não contém o real som tocado pelo instrumento, mas sim a ação de tocar uma determinada nota em um determinado momento e durante um determinado período.

Quando o músico deixa de pressionar uma tecla em seu teclado ou de puxar uma corda em seu baixo, o som pára. Com MIDI, quando tal ação é realizada, uma mensagem é enviada para essa nota, para que esta deixe de realizar som. Esta mensagem é conhecida por **Nota OFF**. A figura 2.1 demonstra um exemplo destes dois eventos.

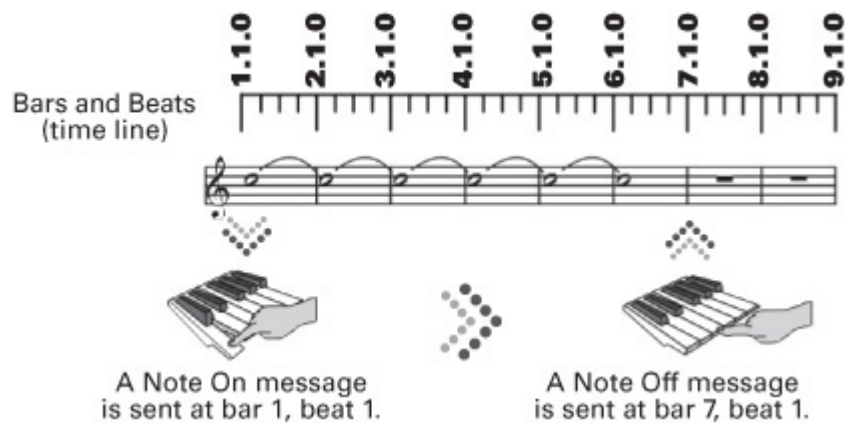


Figura 2.1: Exemplo de transmissão das mensagens de Nota ON e OFF (GUERIN, 2009)

A fim de identificar qual nota foi ativada / desativada no instrumento, um número é atribuído para cada nota. MIDI também lida com valores interpretativos, como por exemplo a velocidade que a nota foi pressionada e a pressão que é executada na mesma.

2.1.2 O PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO MIDI

O protocolo de comunicação MIDI é transmitido de forma serial ao invés de paralela. Em uma transmissão paralela, como o nome sugere, as informações são transmitidas simultaneamente. A quantidade de dados que podem ser transmitidos simultaneamente depende na capacidade física do fio e da velocidade com que os dispositivos podem enviar suas informações. Na figura 2.2, podemos perceber que um *byte* (oito *bits*) é transmitido simultaneamente utilizando uma transmissão paralela. A transmissão serial, por outro lado, consegue enviar apenas um *bit* após o outro.

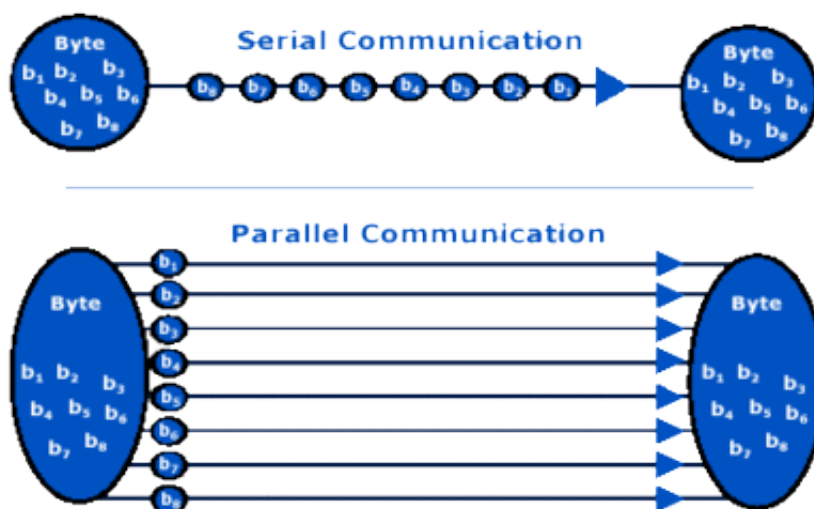


Figura 2.2: Comparação entre transmissão serial e paralela

A pergunta que fica é: Por que MIDI usa transmissão serial ao invés da transmissão paralela?

A resposta para essa pergunta está no período em que o protocolo foi desenvolvido. A transmissão paralela tinha algumas desvantagens que superavam as vantagens desta sobre a transmissão serial, além de ser muito mais cara, uma vez que os fios, conectores e tomadas eram mais complexos. Já a transmissão serial, por outro lado, era muito mais simples de ser produzida, mais acessível para o público e rápida o suficiente para os fins que os fabricantes e usuários tinham em mente naquela época, para não mencionar mais confiável. Com o passar dos anos, a tecnologia avançou muito e os custos da transmissão paralela despencaram. Entretanto, para manter o MIDI compatível com todos os antigos dispositivos, sua forma de transmissão de dados permaneceu inalterada desde sua introdução no mercado.

MIDI envia informação a uma taxa de 31250 bps. Essa velocidade é chamada de taxa de transmissão. Uma vez que o protocolo utiliza transmissão serial, o mesmo envia apenas um *bit* por vez. Cada *byte* em uma mensagem MIDI contém 10 *bits* de dados (8 *bits* para as informações e 2 *bits* para correção de erro). Isso significa que MIDI envia cerca de 3125 *bytes* de dados cada segundo.

Quando comparamos esse valor com a taxa de transmissão de 176400 *bytes* necessária para transmitir áudio digital (reprodução e gravação) em formato de CD de áudio, MIDI pode parecer incrivelmente devagar. Entretanto, neste último não é necessário enviar tanta informação quanto o áudio digital, sendo capaz de, teoricamente, transmitir até 500 mensagens MIDI por segundo. Na realidade, leva cerca de um milésimo de segundo para transmitir uma única nota. O limiar para distinguir os eventos de som individuais é de aproximadamente 10

milissegundos, então você apresentará dificuldades com 10 ou mais eventos simultâneos.

2.1.3 HARDWARE E CONECTORES

Informações MIDI são transmitidas através de fios e conectores, e seus cabos podem apresentar até 15 metros de comprimento. Entretanto, por se tratar de um cabo serial, todos os dados são transmitidos através de um único fio principal, e grandes distâncias podem inferir em uma degradação do sinal, ocasionando em possíveis perdas de dados ou mensagens impossíveis de serem lidas.

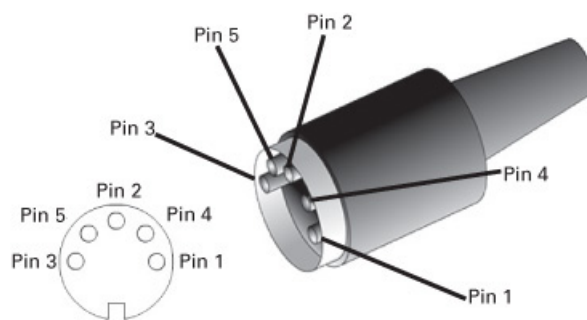


Figura 2.3: Conector MIDI

O conector MIDI, semelhante ao apresentado na figura 2.3, apresenta 5 pinos distintos. Entretanto, como já mencionado, MIDI envia informações utilizando um protocolo de transmissão serial. Desta forma, apenas um pino é realmente utilizado para o envio de informações. A tabela 2.1 descreve cada pino do conector e sua respectiva função.

Pino	Descrição
1	Não é utilizado. Na maioria dos cabos MIDI, este pino não está conectado a nenhum fio.
2	Este é utilizado para proteção elétrica (GND). Esta proteção impede que a transmissão apresente sinais elétricos indesejados.
3	Como o Pino 1, este também não é utilizado, e na maioria dos cabos MIDI, também não está conectado a nenhum fio.
4	Este é o único receptor de dados MIDI. As informações através deste cabo fluem em uma única direção.
5	Este é o único transmissor de dados MIDI e, assim como no pino 4, as informações também fluem unidirecionalmente.

Tabela 2.1: Pinos em um conector MIDI

Além do conector, outro hardware importante, que vale a pena ser ressaltado, é a versão fêmea do cabo MIDI. Controladores MIDI, como o desenvolvido neste projeto, apresentam

normalmente 2 ou 3 destes conectores, rotulados como **In**, **Out** e **Thru** (veja a figura 2.4). O conjunto destes conectores é chamado de **porta MIDI** e cada uma delas será explicado com mais detalhes a seguir.

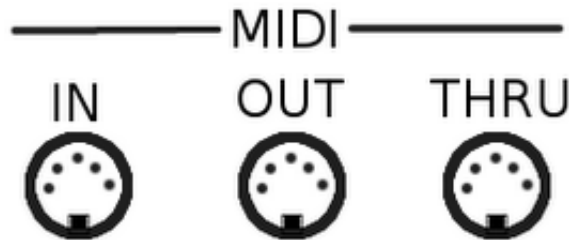


Figura 2.4: Conectores fêmeas MIDI

- **MIDI IN:** Através deste conector são recebidas as mensagens MIDI de um determinado dispositivo ou software MIDI. Estas mensagens podem então ser processadas e, caso desejado, enviadas para outro dispositivo através do conector MIDI Thru.
- **MIDI OUT:** Através deste conector são transmitidas as mensagens MIDI que são geradas em um software ou dispositivo MIDI. Esta saída não envia informação de áudio, mas sim simples mensagens MIDI que são interpretadas por um conector MIDI In de um outro dispositivo. Tais mensagens são códigos digitais que representam o que e como músicas e eventos são tocados em um determinado instrumento.
- **MIDI THRU:** envia uma réplica do sinal recebido na porta In para o componente ligado a ele, seja em cadeia ou somente os dois, desde que sejam componentes MIDI.

2.1.4 FORMATOS DE DISTRIBUIÇÃO

Como já dito no início deste capítulo, existe um formato de arquivo padrão para MIDI, o SMF. Este tipo de arquivo armazena todas as informações necessárias para reproduzir todos os parâmetros suportados pelo protocolo. Além disso, ele também adiciona o que chamamos de *time stamp* em cada evento, para que o software MIDI, ou até mesmo o usuário final, saiba o momento correto de realizar cada um destes.

MIDI tem a vantagem de ser compacto, uma vez que o som tocado por determinado instrumento não é gravado, mas sim apenas as informações de cada evento. Devido a este fato, arquivos MIDI apresentam um tamanho cerca de 300 vezes menor do que um arquivo de

música atual (MP3). Entretanto, esse valor pode ser muito maior se compararmos com formatos descompactados de músicas.

O fato de MIDI não gravar som, entretanto, pode também ser uma desvantagem. Quando o som de um determinado instrumento é gravado, o usuário tem total controle sobre o resultado final, enquanto com MIDI, este mesmo resultado depende do dispositivo ou software que será utilizado para reproduzir este mesmo som.

2.1.5 CANAIS MIDI

Quando trabalhamos com música, muitas vezes desejamos que diversos instrumentos participem da mesma composição. Com MIDI, podemos incluir instruções para cada um deles através dos chamados **canais MIDI**.

Pense em um canal MIDI como um canal de televisão (veja a figura 2.5). Um determinado instrumento conecta-se apenas a um único canal, assim como um usuário o faz em sua televisão. Isso não significa que os outros canais não estão disponíveis, mas sim que o conteúdo disponível (no nosso caso, a mensagem MIDI) foi filtrado para processar apenas o relevante para aquele canal.

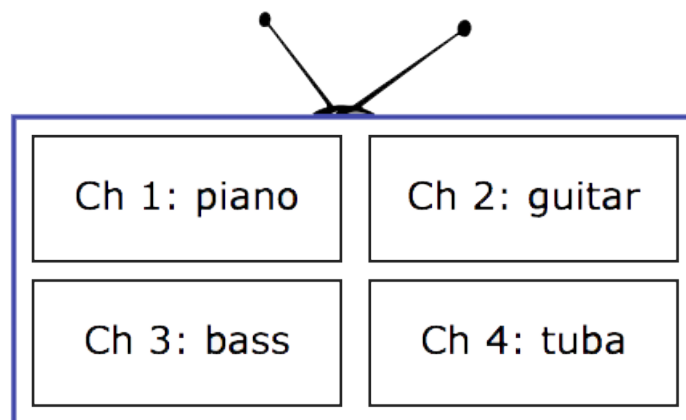


Figura 2.5: Exemplo de canais MIDI (GIBSON, 2013)

Cada porta MIDI suporta até 16 canais simultâneos. Em outras palavras, um usuário pode escolher um determinado canal para transmitir as mensagens MIDI ou possuir até 16 instrumentos conectados simultaneamente, cada um realizando diferentes eventos.

2.2 MENSAGENS MIDI

Agora que já explicamos o básico sobre o protocolo MIDI, é necessário estudarmos como podemos transmitir informações através de dispositivos. Essas informações são as chamadas **mensagens MIDI**.

O conteúdo de uma mensagem MIDI é bastante simples. Todas elas apresentam um componente chamado de *status byte*. Este componente é acompanhado por um valor que é definido por um ou mais *bytes* de dados.

Durante essa seção, os seguintes tópicos serão abordados:

- A estrutura de uma mensagem MIDI.
- Diferenças entre os tipos de mensagens MIDI.
- O que essas mensagens contêm e o que seus valores representam.
- Como MIDI atribui nomes e números de notas para cada evento.
- Como as mensagens MIDI transmitem e armazenam informações sobre a performance, e então as reproduzem no tempo correto.

2.2.1 MENSAGENS DE ESTADO E DE DADOS

Como já visto na seção anterior, cada *byte* em uma mensagem MIDI contém 10 *bits*. Destes, 8 são utilizados para a transmissão de informações. Desta forma, cada mensagem pode conter um valor entre 0 e 255. Tais mensagens são divididas em duas categorias: *Estado* e *Dados* (veja a figura 2.6).

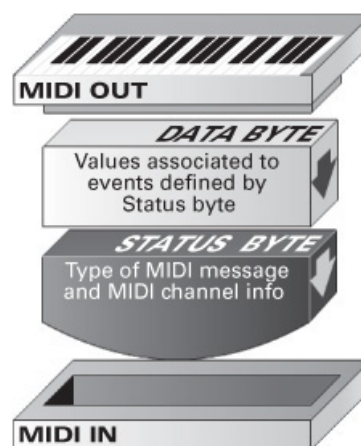


Figura 2.6: Byte de estado e de dados (GUERIN, 2009)

- A porção referente ao *byte* de estado serve para identificar o tipo de informação que está sendo enviada. Ela informa ao dispositivo receptor a qual canal MIDI determinado evento pertence e o que este evento é. Um evento pode ser, por exemplo, uma Nota On ou uma Nota Off. Outros eventos serão explicados no decorrer do projeto.
- A porção referente ao *byte* de dados informa ao dispositivo receptor o valor que está associado ao evento determinado na outra porção da mensagem MIDI. Por exemplo, se o usuário decidir tocar um *Dó* mediano com uma força também mediana, o *byte* de estado irá enviar um evento "Nota On", enquanto o *byte* de dados irá passar o valor correspondente à essa nota e à velocidade que esta foi tocada. No nosso exemplo, a nota C4 tem o valor correspondente a 60 (veja a tabela A.1) e a velocidade de aproximadamente 64.

2.3 MICROCONTROLADORES E ARDUINO

2.3.1 MICROCONTROLADORES

2.3.2 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. Disponível em: <<http://developer.android.com/>>. Acesso em: 19 de dezembro de 2015.
- ARDUINO. **Arduino Core functions and Libraries**. 2014. Disponível em: <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.
- GIBSON, J. **Introduction to MIDI and Computer Music: The MIDI Standard**. 2013. Disponível em: <<http://www.iu.edu/emusic/361/midi.htm>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2016.
- 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>. 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.projetospedagogicosdynamics.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.

WIKIPEDIA. **Oitava**. 2016. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Oitava>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2016.

APÊNDICE A – NOME DO APÊNDICE

A.1 NOTAS MUSICAIS EM MIDI

O estudo da música em si está fora do escopo deste projeto. Entretanto, é imprescindível entender o que é uma oitava. Segue uma breve definição:

Uma oitava é o intervalo entre uma nota musical e outra com a metade ou o dobro de sua frequência.

(WIKIPEDIA, 2016)

Dizer que uma nota está uma oitava acima significa dizer que a nota é a mesma, porém ela está em uma região mais aguda do instrumento.

Oitava	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
4	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
5	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
6	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
7	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
8	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
9	120	121	122	123	124	125	126	127				

Tabela A.1: Notas musicais em MIDI

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 Resistance10K to 1M ohms
Standard Resistance Tolerance..... $\pm 20\%$

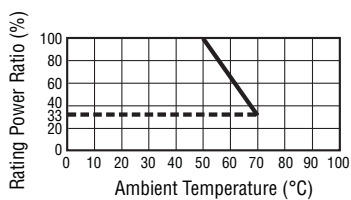
Environmental Characteristics

Operating Temperature -10°C to $+70^{\circ}\text{C}$
Power Rating0.25 watt
Maximum Operating Voltage250 V
Rotational Noise150 mV max.

Mechanical Characteristics

Mechanical Angle $300^{\circ} \pm 5^{\circ}$
Rotational Torque10 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
HardwareTwo flat washers and two mounting nuts supplied per potentiometer

Derating Curve

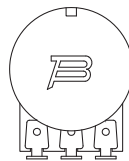
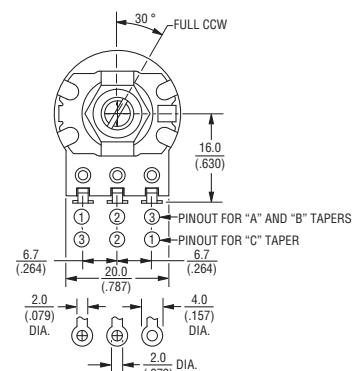
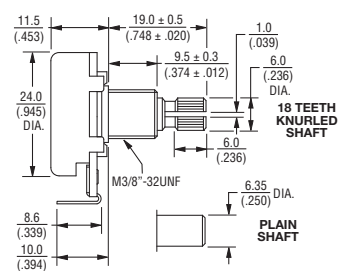


Standard Resistance Table

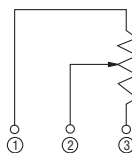
Resistance (Ohms)	Resistance Code
10,000	103
25,000	253
50,000	503
100,000	104
250,000	254
300,000	304
500,000	504
1,000,000	105

Product Dimensions

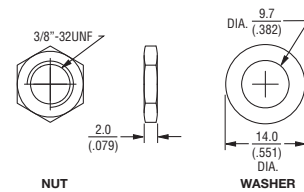
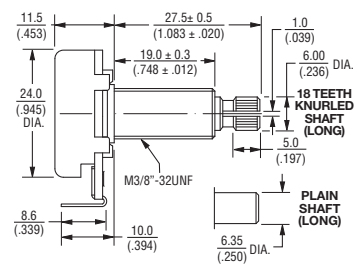
PDB241-GTR01



Circuit



PDB241-GTR03



TOLERANCES:
UNDER 10.0 = ± 0.3 10.0 - 100 = ± 0.5
(.394) (±.012) (.394 - 3.937) (±.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) _____

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

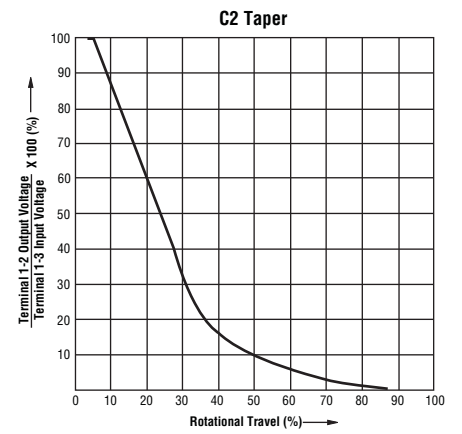
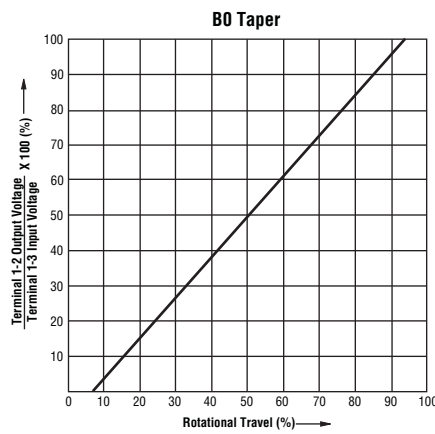
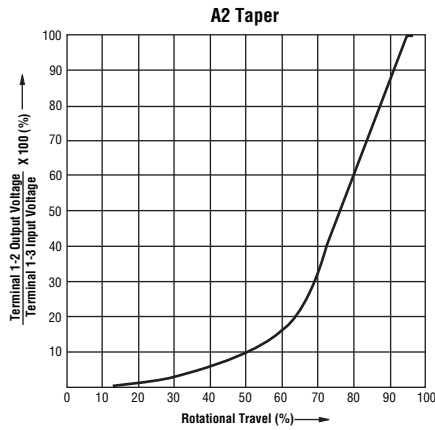
Specifications are subject to change without notice.

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

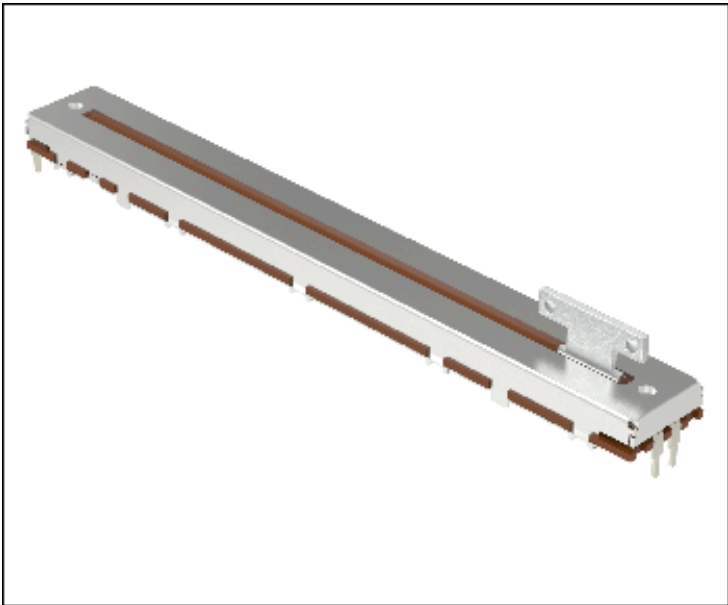


Low-profile Master Type (N Fader) RS**N Series

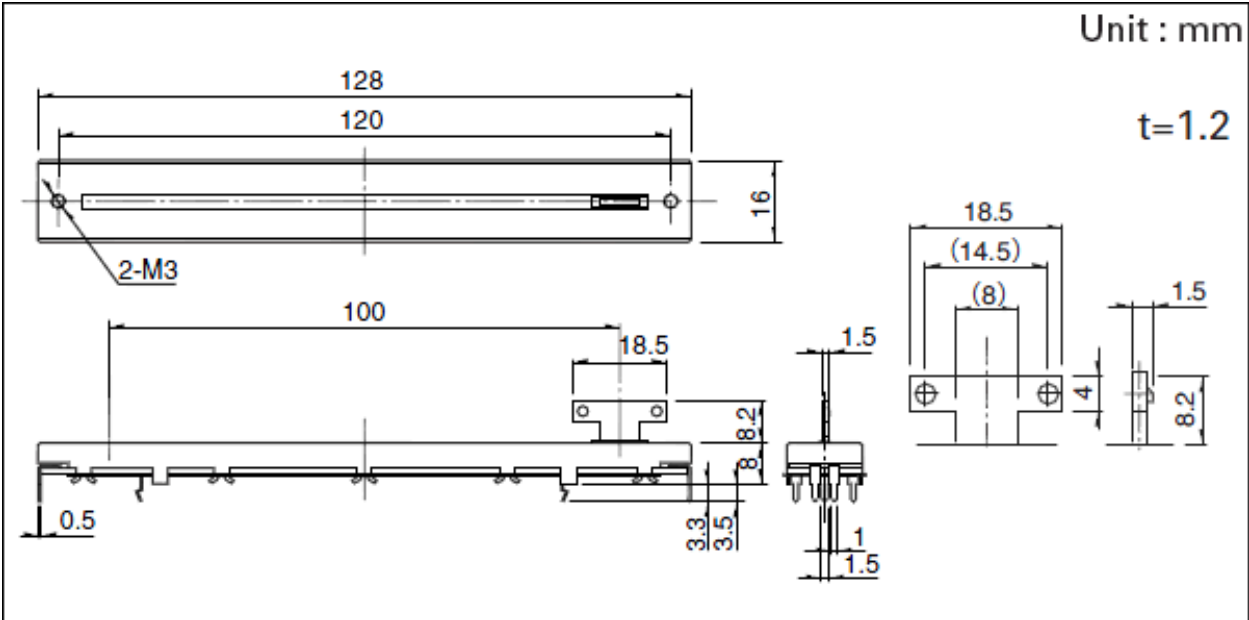
Part number		RSA0N1219A03
Number of resistor elements		Dual-unit
Direction of lever		Vertical
Travel		100mm
Lever type		9-T (T-Bar)
Length of lever		8.2mm
Total resistance		10kΩ
Resistance taper		15A
Terminal style		For PC board
Operating temperature range		-10°C to +60°C
Electrical performance	Total 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

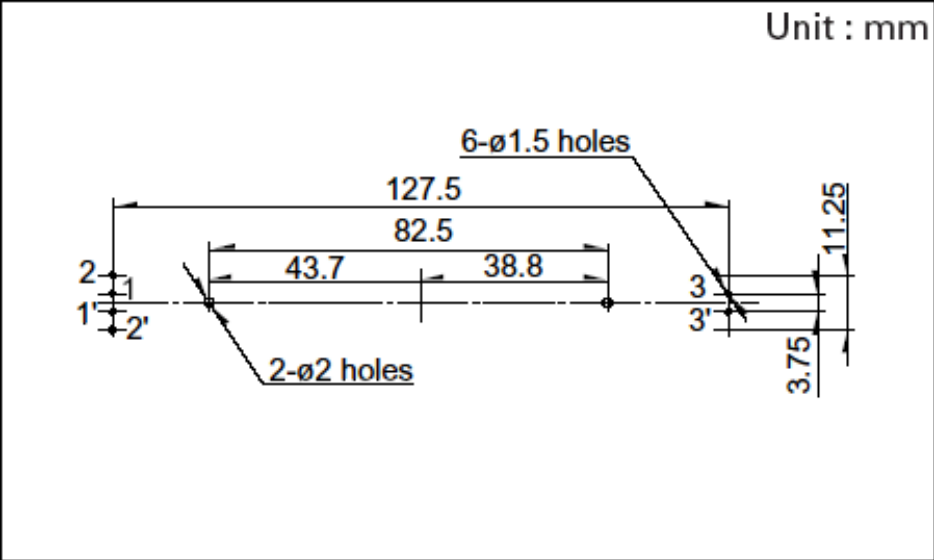
Photo



Dimensions

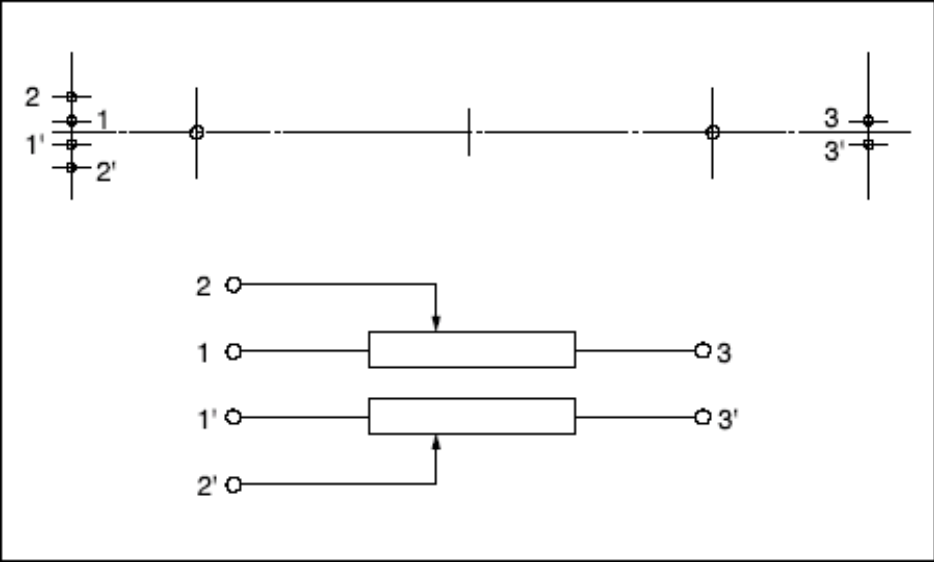


Mounting Hole Dimensions



Viewed from mounting side.

Terminal Layout / Circuit Diagram



Packing Specifications

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

Soldering Conditions

Reference for Dip Soldering		
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.