

Sistemas Digitais

Avaliação 2 - Trabalho dissertativo

Nome: Mariana da Costa Zatta

Matrícula: 2079950

Nome: Kevin Azevedo Lopes

Matrícula: 2079909

Parte 1: Conversores AD

No início dos anos 2000, a prototipagem eletrônica era cara, complexa. Isso era um problema para Massimo Banzi e seus alunos no Ivrea Interaction Design Institute, que não podiam pagar facilmente. Portanto, com base no trabalho de um de seus alunos, Hernando Barragá, Banzi e seus colegas decidiram fazer uma plataforma barata que tornasse a construção de eletrônicos mais fácil.

A equipe construiu a plataforma Wiring da Barragá, que consistia em uma placa de circuito impresso, um microcontrolador ATmega168 e um IDE baseado em Processing. A equipe de Banzi depois adicionou suporte para o microcontrolador ATmega8 mais barato.

O preço ajudou a lançar o Arduino na potência da construção de eletrônicos que é hoje. Embora o Arduino Uno Rev3 mais recente use o microcontrolador ATmega328p mais poderoso, ele manteve o preço abaixo de US \$ 30, permitindo que amadores, estudantes e empresários aprendam, construam e codifiquem dispositivos eletrônicos personalizados sem gastar uma fortuna.

O Arduino Uno é a principal linha de placas da qual a maioria dos outros dispositivos Arduino é derivada ou conectada. Baseado no microcontrolador ATmega328P, ele vem com 16 pinos de entrada / saída digital, seis dos quais podem ser usados como saídas de modulação de largura de pulso, o que significa que podem produzir uma quantidade variável de energia, simulando uma saída analógica. O que é útil para, digamos, controlar o brilho de um LED. Ele também vem equipado com 6 entradas analógicas, um ressonador de cerâmica de 16 MHz (usado para sincronizar o sinal do clock), uma porta USB e um conector de força. Com um simples cabo USB, você pode conectar o Uno ao seu IDE e começar a escrever e executar seu próprio software na placa, fácil assim. O conector de alimentação oferece outra opção para fornecer energia ao seu projeto quando você estiver pronto para se afastar do computador, mas não é estritamente necessário no início, tornando a barreira de entrada extremamente baixa.

O kit Arduino UNO, possui até então três versões, são elas: A placa Arduino UNO original, Arduino UNO revisão 2 e Arduino UNO revisão 3.

Placa Arduino UNO original: possui placas de solda, têm um microcontrolador ATMEGA8U2 USB, LED integrado e um resistor conectados em série no pino 13 do Arduino.

Placa Arduino UNO revisão 2: assim como o modelo original possui o microcontrolador ATMEGA8U2 USD e LED integrado e um resistor conectados em série no pino 13 do Arduino o que difere do original é que foi adicionado um resistor pull-down de 1k à linha DTR (HWB) proveniente do microcontrolador USB ATMEGA - do pino PD7.

Placa Arduino UNO revisão 3: microcontrolador atualizado para um ATMEGA16U2, A revisão 3 adiciona um diodo ao resistor pull-up do pino de reinicialização ATMEGA USB, também foi adicionado quatro almofadas de solda (JP2) conectando-se aos pinos PB4 a PB7 do USB ATMEGA. A placa armazena LED integrado por meio de um amplificador operacional de ganho unitário.



Figura 1 -Modelos de Arduino disponíveis no mercado.

Desde que a primeira placa foi construída, uma variedade de revisões, acréscimos e extensões da plataforma foram disponibilizados para a comunidade. Isso inclui o Arduino Nano, uma variante de meio tamanho do Uno projetada para

eletrônicos menores, o Uno Wi-Fi com uma conexão sem fio embutida e uma coleção de "escudos" para adicionar funcionalidade extra, como mais memória e armazenamento, uma conexão Ethernet ou controles do motor.

ATmega328

O ATmega328 é um microcontrolador de chip único criado pela Atmel na família MegaAVR (posteriormente, a Microchip Technology adquiriu a Atmel em 2016). Ele tem um núcleo de processador RISC de 8 bits com arquitetura Harvard modificada.

O microcontrolador combina 32 KB de memória flash ISP com recursos de leitura durante a gravação, 1KB EEPROM, 2 KB SRAM, 23 linhas de E / S de uso geral, 32 registros de trabalho de uso geral, 3 flexíveis temporizador / contadores com modos de comparação, interrupções internas e externas, USART programável serial, uma interface serial de 2 fios orientada a bytes, porta serial SPI, conversor A / D de 6 canais e 10 bits (8 canais em pacotes TQFP e QFN / MLF), temporizador de watchdog programável com oscilador interno e 5 modos de economia de energia selecionáveis por software. O dispositivo opera entre 1,8 e 5,5 volts. O dispositivo atinge uma taxa de transferência próxima de 1 MIPS / MHz.

Uma alternativa comum ao ATmega328 é o ATmega328P "picoPower". Uma lista abrangente de todos os outros membros da série MegaAVR pode ser encontrada no site da Atmel.

Analisando o diagrama de blocos apresentado na figura 2 os canais de entrada multiplexados e colocam num circuito comparador SAMPLE & HOLD que é de amostragem e retenção pegando como referência um conversor DAC de 10 bits que pode vir da referência analógica que é um pino externo presente no próprio arduino, de modo geral o arduino configura o ADC para que o AVcc a saída do circuito de amostragem e retenção é aplicada em uma lógica de conversão para ai então ser tratada pelos demais registradores do processador que por sua vez "jogam" as informações em um barramento geral de 8 bits do processador, a figura também apresenta um circuito elaborado com uma porta AND que fornece a IRQ (Interrupt request) que é a requisição de interrupção que informa quando está completo o processo de conversão A/D.

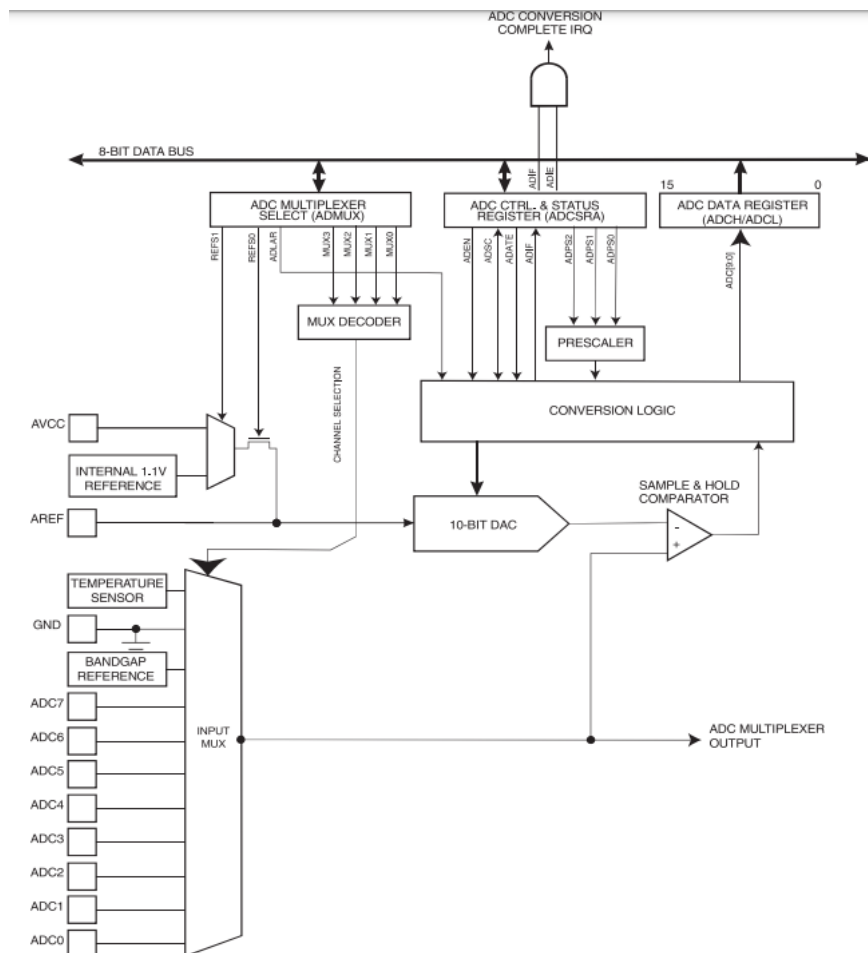


Figura 2. Diagrama de Blocos do Conversor A/D.

Abaixo o diagrama de tempo de uma conversão simples

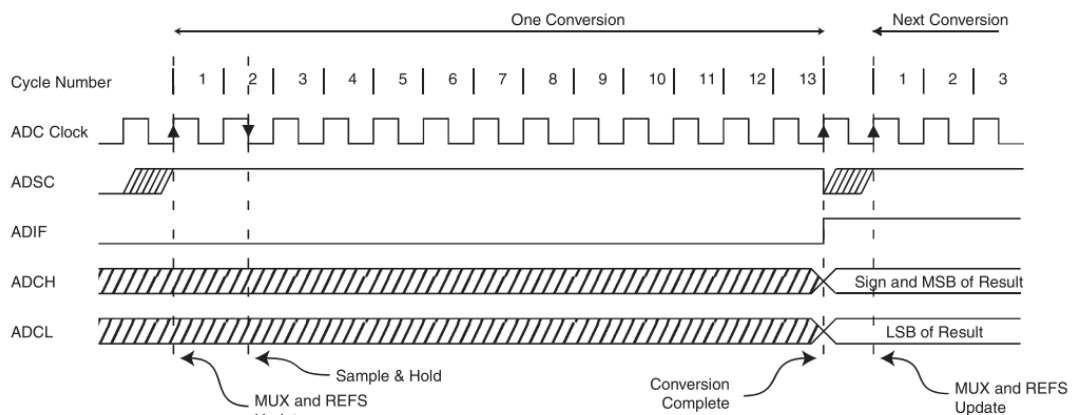


Figura 3. Diagrama de tempo com ciclo de conversão simples.

As aplicações com a plataforma são praticamente ilimitadas e vai depender muito da criatividade e da dedicação de quem desenvolve. Quando se conecta a placa ao computador, pode-se escrever códigos para o Arduino através da linguagem C/C++. Seus sensores permitem a integração com outros dispositivos e também interagir

com outros aparelhos. Ou seja, ela pode funcionar por meio da própria interface ou com a interação de outros aplicativos instalados no computador. Com isso, dá pra instalar os mais diversos gadgets, desde os mais desenvolvidos até os mais simples. Vários campos do conhecimento vêm se beneficiando dele, tais como a medicina, engenharia, arquitetura e principalmente a automação.

Bibliografia

TOCCI, Ronald J. Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações. 11 ed. São Paulo. Pearson, 2012. Acesso em 20 nov. 2021.

História do Arduino. Disponível em:

<www.fabiocosta.net/arduino/historia-do-arduino/> Acesso em 20 nov. 2021.

INTRODUCTION TO ATMEGA328. Produced by Syed Zain Nasir. Disponível em:

< www.theengineeringprojects.com/2017/08/introduction-to-atmega328.html >

Acesso em 22 nov. 2021.

APLICAÇÕES PARA O ARDUINO. Produced by Flávio S. Guimarães. Disponível

em:< www.cursodearduino.net/material-de-apoio/ebook-aplicacoes-para-arduino.pdf >

Acesso em 22 nov. 2021.

SOBRE O ARDUINO. Produced by Lucas Corrêa dos Santos Disponível em:

<<https://deinfo.uepg.br/~alunoso/2019/SO/ARDUINO/ARQUITETURA/index.html>>

Acesso em 22 nov. 2021.

ATMEGA ARQUIVO - Cap 24 - Analog-to-Digital Converter. Disponível em

<https://moodle.utfpr.edu.br/pluginfile.php/1365126/mod_resource/content/0/Cap.%2024%20-%20ATmega.pdf> Acesso em 22 nov. 2021.

Parte 2: Conversores DA

Aptinex DA1C010BI

O Aptinex DA1C010BI é utilizado quando é necessário a conversão de valores digitais para uma tensão analógica. Por exemplo, na aquisição de dados como uma forma de controlar dispositivos e equipamentos pela variação de tensão de 0V a 10V.

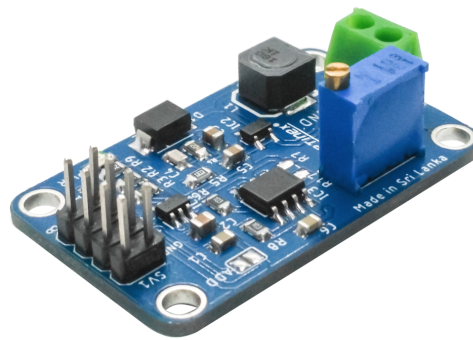


Figura 4 - Módulo Aptinex DAC DA1C010BI I2C.

O módulo DA1C010BI conta com o MCP4725 DAC IC com EEPROM integrada, com aumento de potência integrado e amplificador de sinal trilho-a-trilho. Ele faz a interface com o seu microcontrolador com barramento de comunicação I2C de até 3,4 Mbps, além disso tem uma faixa de E/S de entrada e potência de 3,3V-5V, e a faixa de saída é de 0-10V. Possui um estágio integrado de aumento de tensão para que você possa desligá-lo de 3,3V-5V, mas pode emitir 10V. Conseguimos obter o verdadeiro nível 0V na saída, visto que ela foi tamponada e corrigida. Sua saída possui 0-10V programável, com resolução de 12 bits que terá 4096 níveis de tensão como saída e precisão de $\pm 1\%$, no DA1C010BI conseguimos compartilhar dois DACs desse mesmo tipo, além disso, é possível compartilhar o mesmo barramento. O endereço I2C pode ser alterado conectando ou removendo o jumper de endereço I2C.

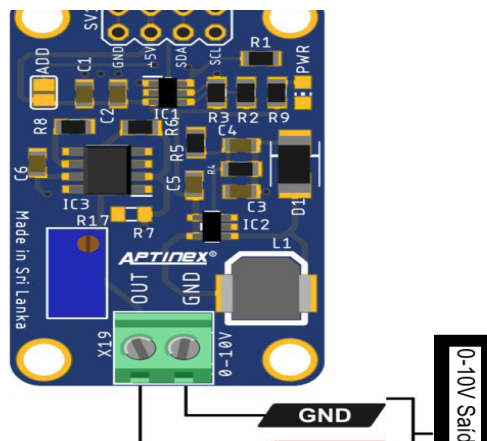


Figura 5 - Pinagem do Aptinex DA1C010BI

Podemos partir do princípio de que um conversor DA transforma um binário em um valor de tensão, temos que em um conversor DA cada entrada digital contribui com uma quantidade diferente para a formação da saída analógica. As

contribuições de cada entrada digital são ponderadas, ou seja, têm um peso, de acordo com sua posição no número binário de entrada, os pesos dobram para cada bit sucessivo, começando com o menos significativo, cujo peso é 1.

Logo, conseguimos considerar a saída como sendo a soma ponderada das entradas digitais do conversor, por isso é possível que o módulo gere uma saída 0-10V mesmo com sua fonte sendo de 5V.

Conversor MCP4725

O conversor MCP4725 é um equipamento de baixo consumo de energia, alta precisão de canal e saída de tensão com buffer de 12 bits, com uma memória não volátil (EEPROM). O uso do módulo em questão é destinado a aplicações onde um conversor digital-analógico de baixa potência com largura de banda moderada e alta precisão é necessário. O dispositivo possui também um circuito POR (Power-On-Reset) que garante a inicialização confiável e uma carga para a tensão de programação EEPROM. Seu amplificador de saída de precisão integrado, permite que ele alcance a oscilação da saída analógica de trilho-a-trilho. Além dessas características, tem endereço A0 de seleção de bit, ou seja, o pino A0 pode ser ligado no V_{DD} ou V_{SS} dependendo da aplicação. A sua resolução é o número de estados de saída DAC que divide o intervalo de escala total. Por exemplo, para o DAC de 12 bits, a resolução é de 2^{12} ou o código DAC varia de 0 a 4095.

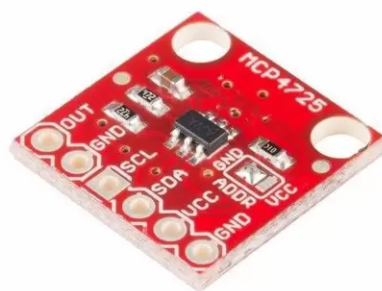


Figura 6 - Conversor Digital Analógico MCP4725.

No MCP4725, o erro de ganho não é calibrado de fábrica, e a maior parte do erro de ganho é obtido pela saída op amp saturação perto do intervalo de código além de 4000.

Erro de deslocamento é o desvio da voltagem zero quando a entrada digital é

zero. Esse erro afeta todos os códigos na mesma quantidade. No MCP4725, o erro de deslocamento não é tratado de fábrica, mas pode ser tratado via software.

Temos também o erro de escala total (FSE) que é a soma do erro de deslocamento mais o ganho de erro. É a diferença entre o ideal e a tensão de saída DAC medida com todos os bits definidos para um. Já o erro de ganho à deriva, é a variação do erro de ganho devido a uma mudança na temperatura ambiente.

Por fim, temos o erro do deslocamento à deriva, que é a variação no erro de deslocamento devido a uma mudança na temperatura ambiente.

O dispositivo conta com 6 pinos, onde temos: V_{OUT} (Tensão de saída analógica), V_{SS} (Referência Terrestre); V_{DD} (Tensão de alimentação); SDA (I_2C Serial); SCL (Entrada de relógio serial I_2C); A0 (Pino de seleção de bit de endereço I_2C).

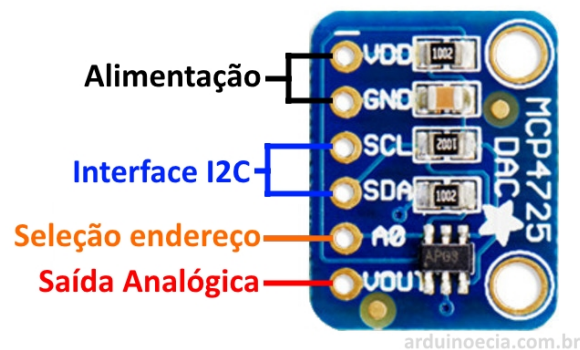


Figura 7 - Conversor Digital Analógico MCP4725 e identificação dos pinos.

O módulo MCP4725 funciona da seguinte maneira: quando o dispositivo é ligado, ele carrega o código conversor digital-analógico da EEPROM e produz a saída analógica de acordo com as configurações previamente programadas. O usuário pode reprogramar esse registro a qualquer momento. A saída do conversor digital-analógico é armazenada no buffer com um amplificador CMOS de precisão de baixa potência. Este amplificador de saída fornece baixa tensão offset e baixo ruído, assim como o Rail-to-Rail Output.

O dispositivo tem dois modos de operação: modo normal e modo de economia. Quando o modo normal é selecionado, o dispositivo opera normalmente para realizar uma conversão de digital para analógico. Se o modo de economia for selecionado, o dispositivo entrará em uma condição de economia de energia desligando a maioria dos circuitos internos. Durante esse modo, todos os circuitos

internos, exceto a interface I2C, são desabilitados e não há nenhum evento de conversão de dados e nenhuma tensão de saída está disponível. O dispositivo também muda o estágio de saída do amplificador para uma carga resistiva conhecida.

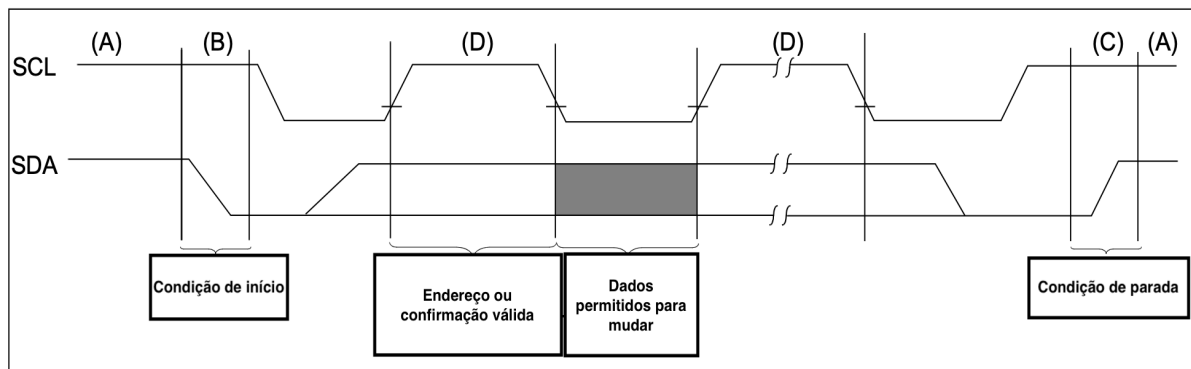


Figura 8 - Diagrama do tempo (data transfer) do MCP4725.

A transferência de dados é iniciada apenas se o barramento estiver desocupado. Durante a transferência de dados, a linha de dados deve permanecer estável (condição PARADA) sempre que o clock estiver em ALTO. Mudanças na linha de dados enquanto o clock estiver em ALTO serão interpretados como uma condição de INÍCIO ou PARADA.

Se o barramento estiver desocupado, ambas linhas de dados e clock permanecerão em ALTO. A mudança de ALTO para BAIXO na linha de dados enquanto o clock permanecer ALTO determinará uma condição de INÍCIO. Os dados devem ser alterados durante o período de BAIXO do clock. Existe um pulso de clock por bit de dados.

Cada transferência de dados é iniciada com uma condição de INÍCIO e terminada com uma condição de PARADA. Uma mudança de BAIXO para ALTO na linha de dados enquanto o clock estiver em ALTO determinará uma condição de PARADA. Todas as operações devem terminar com uma condição de PARADA.

Dentre as principais aplicações que encontramos para o conversor DA, podemos citar: calibração, controle do motor, amplificador de áudio, codificador de vídeo, distribuição de dados de sistema, potenciômetro digital, software de rádio, entre outros.

A calibração, tem relação a necessidade de alteração imediata de alguns parâmetros devido aos erros apresentados, sabemos que esses erros poderiam ser

alterados na linha de produção, mas isso tornaria inviável, pois parte dos ajustes desses parâmetros são dinâmicos e variáveis de acordo com o meio em que estão inseridos. Podemos citar como exemplo o sensor de pressão, onde o sistema recebe um sinal de baixa voltagem do sensor e esse manda para o processador, ou seja recebe um sinal (excitação) de um sensor de pressão e produz uma tensão de saída com base no nível de pressão. Na detecção de pressão geralmente é necessária uma alta precisão e exatidão, visto que temos uma faixa de condições como temperatura, erros parasitários através das placas de circuito, ou tolerância de lote a lote de componentes passivos e com um DAC, essa calibração poderia ser implementada no sistema para que ele dinamicamente corrija o erro enquanto o sistema opera.

No controle de motor, temos que a maioria dos sistemas motores atuais requerem algum método de controle. Esse controle é tipicamente alcançado com um controlador, um conversor digital-analógico, driver do motor e um “feedback” que contém os dados capturados por um sensor. Normalmente, o conversor digital-analógico será conduzido por um microcontrolador ou controlador especializado. O conversor receberá os dados de entrada e o converterá em saídas de corrente para o circuito do driver do motor. Durante a operação, o motor envia sinais de velocidade e posição para o microcontrolador, esses microcontroladores então ajustam a velocidade e direção do motor, alterando os códigos de dados enviados para o conversor.

Na decodificação de vídeo, o sistema irá processar um sinal de vídeo e enviar sinais digitais para uma variedade de DACs para produzir sinais de vídeo analógico de vários formatos, junto com a otimização dos níveis de saída. Temos também os amplificadores de áudio, onde os DACs são usados para produzir ganho de tensão DC com comandos do microcontrolador.

Ou seja, podemos concluir que os conversores estão bem presentes nas atuais tecnologias que são implementadas, visto que auxiliam na otimização e na correção de diversos problemas, evitando assim gastos desnecessários, tempo perdido e ou melhorias/trocas de equipamentos excessivamente.

Bibliografia

APTINEX. Aptinex DAC Module DA1C010BI I2C Digital to Analog 0-10V MCP4725. Disponível em <<https://aptinex.com/product/aptinex-dac-module-da1c010bi-digital-to-analog-0-10v-mcp4725-i2c/>>. Acesso em 22 nov. 2021.

HACKSTER.IO. How to Use a Digital to Analog Converter Aptinex DA1C010BI. Disponível em <<https://www.hackster.io/chathura-yapa-bandara/how-to-use-a-digital-to-analog-converter-aptinex-da1c010bi-8123a2>>. Acesso em 22 nov. 2021.

SCIENCING. How Does a Digital to Analog Converter Work? Disponível em <<https://sciencing.com/analog-digital-converter-work-4968312.html>> Acesso em 22 nov. 2021.

ELETRÔNICA DIGITAL II - CONVERSORES D/A e A/. Conversor Digital-Analógico e Analógico-Digital. Disponível em <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjT7dnwzaz0AhXFqZUCHZXDDw8QFnoECAIQAQ&url=http%3A%2F%2Fpaginapessoal.utfpr.edu.br%2Frosangela%2Ficd-e-adc%2FDig2Cap4-Convensor%2520DA%2520e%2520AD.doc%2Fat_download%2Ffile&usg=AOvVaw1Vqq2NI6U_UVo4kL12VFhl> Acesso em 22 nov. 2021.

MICROCHIP. 12-Bit Digital-to-Analog Converter with EEPROM Memory in SOT-23-6. 2009.

ARDUINO E CIA. Processing e Conversor Digital Analógico DAC MCP4725 Disponível em <<https://www.arduinoecia.com.br/processing-convensor-digital-analogico-dac-mcp4725/>>. Acesso em 22 nov. 2021.

MCCULLER, Bill . Bridging the Divide: A DAC Applications Tutorial. Signal Path Designer, Texas Instruments, n 121.