

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CAMPUS
APUCARANA**

MARIA EDUARDA PEDROSO
DANIEL SILVA GONÇALVES DA COSTA

PROJETO DE ANÁLISE DE SISTEMAS DIGITAIS (SICO5A)

APUCARANA - PARANÁ
2022

1. RESUMO

Esse projeto tem como objetivo implementar em um único microcontrolador, as teorias de conversores analógico-digital e digital-analógico, para realizar essas duas conversões foi feito um megafone que possui entrada e saída analógica no microfone e no alto-falante respectivamente, porém toda a manipulação dos dados realizada no microcontrolador é feita de forma digital justificando as duas conversões em um mesmo microcontrolador.

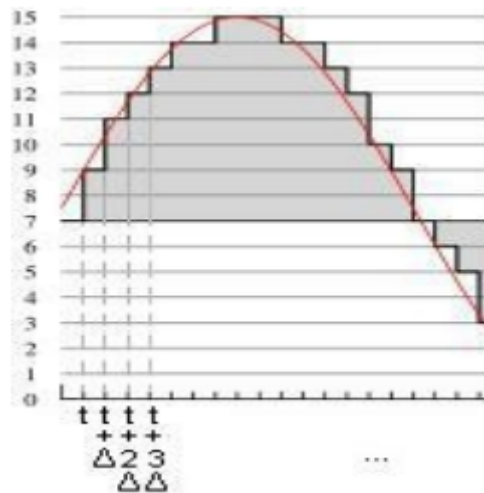
2. INTRODUÇÃO:

Conversores analógico-digital e digital-analógico são essenciais, pois convertem informações do mundo real para serem armazenadas e processadas em computadores e de computadores para o mundo. Para demonstrar esse processo foi projetado um megafone que converte ondas sonoras analógicas para digitais, amplifica essa entrada digital e a converte para analógico em seu alto-falante com maior volume.

Qualquer tipo de informação que necessite ser armazenada em um sistema computacional ou transmitida em um canal de transmissão, necessita passar por um tratamento de sinal, ou seja, um processo chamado de codificação de fonte. A grande vantagem da utilização de um sistema assim é a redução de entropia do sinal.

O PCM é um tipo de codificador de forma de onda, que procura reproduzir o sinal amostra por amostra.

Figura 1 – Exemplo de amostragem com intervalos de Δ e exemplo de quantização com 15 níveis de intervalo.



A modulação PCM de um sinal analógico acontece de forma simples: o sinal é amostrado em intervalos de tempo iguais, o sinal é quantizado em alguns níveis finitos de amplitude, finalmente o sinal é codificado. O método de codificação da forma de onda PCM está definido nas especificações internacionais CCITT G.711, e AT&T 43801.

A amostragem deve respeitar a frequência de Nyquist, $f_a = 2 \cdot f_M$. Primeiramente adota-se um intervalo fixo de tempo entre uma amostra e outra. Tanto o modulador quanto o demodulador tem os passos de amostragem já definidos pelo sistema, no caso do PCM de telefonia o equipamento “enxerga” uma banda de 4000 Hz que corresponde aproximadamente a banda que o sinal de voz ocupa. A frequência de amostragem é de 8000 Hz (8000 amostras por segundo ou ainda uma amostra a cada 125us), respeitando a frequência de Nyquist.

No sistema telefônico o intervalo entre uma amostra e outra de um canal é utilizado para agregar outras amostras de outros canais diferentes.

O processo de quantização pode ser visto como o mapeamento do sinal, a partir do domínio contínuo para um número finito de níveis de saída. Como o sinal analógico pode ter uma amplitude teoricamente infinita, mas na realidade com um valor máximo de amplitude, divide-se este intervalo de valores possíveis em alguns níveis de amplitude de saída.

No PCM temos 256 níveis de quantização, como o PCM utiliza a codificação binária, cada palavra-código contém 8 bits ($2^8 = 256$). Temos 8 bits para representar cada amostra.

Por causa da limitação da representação do sinal existirá sempre a presença de um ruído de quantização, no sinal quantizado.

O quantizador uniforme tem um passo de quantização constante o intervalo entre os níveis de quantização.

Atualmente o PCM é utilizado em diversas aplicações do nosso cotidiano: do sistema telefônico, ao vídeo digital passando por diversos formatos de áudio digital usado em computadores. No sistema de DVD, por exemplo, utiliza algumas variantes compactadas do PCM, pois o PCM tem uma elevada taxa de bits.

3. MATERIAIS UTILIZADOS:

- | | |
|----|----------------|
| 1. | 1 Protoboard |
| 2. | 1 Arduino Uno |
| 3. | 1 Microfone |
| 4. | 1 Alto falante |
| 5. | Jumpers |

4. METODOLOGIA:

O trabalho possui um microfone que recebe os valores analogicos e envia para a porta analógica A1 do arduino, e após esse passo um código faz a conversão desses dados e o envia para uma saída PWM para que o alto falante consiga captar e mostrar o resultado, o código que implementa a conversão está descrito abaixo:

```
// CODIGO CONVERSOR A/D - D/A
#define quantidade_faixas 3
#define porta_saida 10
int convertido;
int leitura;
```

```

int conversaofaixabits;
int valorPWM;

void setup()
{
  Serial.begin(250000);
  pinMode(porta_saida, OUTPUT);
}

void loop()
{
  //leitura analogica do pino de entrada A0
  leitura = analogRead(A1);

  Serial.println("-----");
  Serial.print("Valor analogico lido:");
  Serial.println(leitura, DEC);
  Serial.print("Valor tensão lido:");
  Serial.println(float(leitura * 5.0 / 1023), DEC);

  //QUANTIZAÇÃO E CONVERSÃO DE FAIXAS
  conversaofaixabits = 0;
  if (leitura != 0) {
    conversaofaixabits = (quantidade_faixas * leitura) / 1023;
    conversaofaixabits = conversaofaixabits + 1;
    if (conversaofaixabits > quantidade_faixas) {
      conversaofaixabits = quantidade_faixas;
    }
  }

  Serial.print("Valor quantizado com faixa de ");
  Serial.print(quantidade_faixas);
  Serial.print(" bits:");
  Serial.println(conversaofaixabits);

  //CONVERSÃO DIGITAL PARA ANALOGICO PINO PWM
  valorPWM = (255 * conversaofaixabits) / quantidade_faixas;

  Serial.print("Valor digital convertido com faixa de 255 bits:");
  Serial.println(valorPWM, DEC);
  Serial.print("Valor tensão convertido com faixa de 255 bits:");
  Serial.println(float(valorPWM * 5.0 / 255), DEC);

  digitalWrite(porta_saida, conversaofaixabits);

  Serial.print("Erro de conversão:");
  Serial.println(float(valorPWM * 5.0 / 255) - float(leitura * 5.0 / 1023), DEC);
}

```

```
delay(0.005);  
}
```

A variável leitura realiza e armazena o sinal analógico vindo do microfone, esse valor é quantizado e convertido em faixas de bits sendo assim esse valor é convertido de analógico para digital, então estes dados são convertidos de analógico para digital utilizando o PWM do arduino então se obtém a saída digital na porta 10. Essa saída digital alimenta o alto-falante e reproduz o som obtido pelo microfone.

5.CONCLUSÃO:

Neste projeto pode-se explicar e implementar um conversor analógico digital / digital analógico, tivemos alguns problemas na hora de mostrar a resposta no auto falante, mas isso é devido a falta de sensibilidade no microfone utilizado e também com uma amplificação no sinal a saída seria mais precisa.

Esse trabalho agregou bastante conhecimento principalmente na importância da conversão analógica digital visto que o mundo é analógico, e o entendimento de porque devemos fazer a conversão digital analógica.

REFERÊNCIAS

(Allen, 2002) ALLEN, P. E.; HOLBERG, D. R. CMOS Analog Circuit Design. 2 nd ed. New York: Oxford University Press, 2002.

(Aouizerate, 2017) AOUIZERATE, M.; SHU, J.; KOPLIKU, A. Study for the improvement of a SAR interleaved analog-to-digital converter. CentraleSupélec, Conception Analogique Avancée. (Baker, 2008) BAKER, J. R. CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation. 2 nd ed. Piscataway: Wiley-Interscience, 2008.

(Barna, 1973) BARNA, A.; PORAT, D. I. Integrated circuits in digital electronics. New York: John Wiley & Sons, 1973. (Becker-Gomez, 2008) BECKER-GOMEZ, A.; VISWANATHAN, T. L.; VISWANATHAN, T. R. A Low-Supply-Voltage CMOS Sub-Bandgap Reference. IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, Vol. 55, No 7, julho de 2008.

(Geiger, 1990) GEIGER, R. L.; ALLEN, P. E.; STRADER, N. R. VLSI Design Techniques for Analog and Digital Circuits. New York: McGraw-Hill, 1990. (Gregorian, 1999) GREGORIAN, R. Introduction to CMOS OP-AMPS and comparators. New York: Wiley-Interscience, 1999.

(Gustavsson, 2002) GUSTAVSSON, M.; WIKNER, J. J.; TAN, N. N. CMOS data converters for communications. New York: Kluwer Academic Publishers, 2002.

(Hnatek, 1976) HNATEK, E. R. A user's handbook of D/A and A/D converters. New York: John Wiley & Sons, 1976. (Kester, 2005) KESTER, W. The Data Conversion Handbook. Boston: Newnes, 2005. (Kundert, 2010) KUNDERT, K. S. Principles of Top-Down Mixed-Signal Design. Disponível em <http://www.designers-guide.org>. Acesso em: 14 de julho de 2017.