



## FERRAMENTA DIDÁTICA PARA DISCIPLINA DE ELETRÔNICA DIGITAL

**Diego S. Mageski** – diego.mageski@hotmail.com

**Bene R. Figueiredo** – bfigueiredo@ifes.edu.br

**Wagner T. da Costa** – wagnercosta@ifes.edu.br

Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Serra

Grupo de Energias Renováveis para Automação

Endereço: Rod. ES010, km 6,5 – Manguinhos, CEP.: 29173-087-Serra-ES

Tel.: (27) 3348-9200

Fax: (27) 3348-9207

**Resumo:** Apresentar neste trabalho, uma ferramenta didática (em módulo) para uso na disciplina de Eletrônica Digital, ministrada em cursos de Engenharia e Técnico das áreas de Automação, Telecomunicações e Eletrônica. O projeto está aplicado no problema da aquisição, tratamento e transmissão de dados, apresentando alguns problemas surgidos quando é preciso transmitir dados e soluções possíveis. Faz uso de um conceito hoje aplicado em alguns sistemas de comunicação, bit de paridade e do código Hamming, para correção de erros.

**Palavras-chave:** Ferramenta didática, Eletrônica digital, Aquisição de dados, Transmissão de dados.

### 1. INTRODUÇÃO

#### 1.1. Aplicação dos Conceitos Teóricos em Eletrônica Digital

A proposição deste projeto objetiva a construção de um módulo usando elementos de Eletrônica Digital, elementos esses estudados em sala de aula e no laboratório, com a finalidade de demonstrar o funcionamento de um sistema de transmissão de dados entre dois pontos físicos, observando os erros de transmissão, efeitos físicos e elétricos, e as soluções possíveis de correção.

O trabalho foi desenvolvido baseado no conceito de bit de paridade, usado para detectar erro na transmissão e do código de Hamming, usado para corrigir os possíveis erros. (TOKHEIM, 1983) apresenta uma solução para o problema de correção de erros entre emissor e receptor. Todo o projeto teve como restrição usar componentes básicos estudados no primeiro curso de Eletrônica Digital em cursos de Engenharia e Técnico, para que o estudante tenha logo no início da disciplina uma percepção de aplicação prática dos componentes estudados, com fins de resolver um problema real.

Ao todo, o projeto abrange o tratamento de dados (identificação de erros e correção), aquisição de dados, controle do fluxo de dados, sistema de transmissão/recepção e registro.

Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**o ENGENHEIRO  
PROFESSOR E O  
DESAFIO DE EDUCAR**



## 1.2. Funcionamento do Módulo

O trabalho que esse módulo tem a desempenhar é adquirir um conjunto de 4 bits de dados em seu circuito emissor, e no final, em outro ponto físico, distante do circuito emissor, mostrar os mesmos 4 bits no receptor, sendo que a transmissão é feita em modo serial.

## 1.3. Caminho que os Dados Percorrem no Emissor

Quando selecionados os 4 bits, esses ficam na entrada do emissor aguardando o operador do módulo autorizar a passagem deles, com o acionamento do botão de habilitação, feito isso eles são registrados, em um C.I. registrador e simultaneamente a combinação desses quatros bits, passam pelo gerador de bit de paridade par, que resulta em 3 bits de paridade. Em seguida, tem-se os 4 bits de dados e os 3 bits de paridade, aguardando na entrada dos canais do multiplexador. Com o contador já habilitado, tem-se em seguida a seleção dos dados do multiplexador, que envia em modo serial, os bits de dados e os bits de paridade (TOCCI *et al.*, 2007). Terminada a transmissão dos 7 bits, no receptor, ocorre a ação de reset do contador e desabilita o circuito do multiplexador, registradores e do próprio contador.

## 1.4. Caminho que os Dados Percorrem no Receptor

Quando os dados chegam ao demultiplexador, são registrados e em seguida passam pelo detector de erro, se houver erro, é indicado em qual bit o erro ocorreu e o corretor, baseado no código corretor de erro de Hamming, é ativado, corrigindo o respectivo bit.

Se o detector não for acionado, os 4 bits de dados são encaminhados diretamente para a saída, sendo esses os mesmo que os da entrada.

Na essência um código corretor de erros é um modo organizado de acrescentar algum dado adicional a cada informação que se queira transmitir ou armazenar, que permita ao recuperar a informação, detectar e corrigir erros.

## 2. CIRCUITO EMISSOR DE DADOS

A Figura 1 apresenta o diagrama de blocos do circuito emissor de dados.

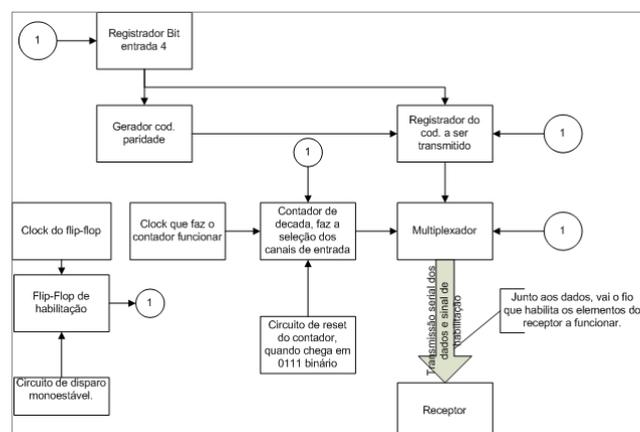


Figura 1. Diagrama de blocos do circuito emissor de dados.



### **2.1. Registrador de Entrada:**

O circuito integrado usado como registrador foi o 74ALS174, entrada paralela de até 6 bits e saída paralela de 6 bits, com função de habilitação do funcionamento desse circuito. O objetivo do uso desse registrador é possibilitar o controle de quando os dados serão enviados, os dados serão 4 bits inseridos por chaves que envio sinal alto (nível 1) ou baixo (nível 0).

### **2.2. Gerador Bit de Paridade:**

Permite usar o método de detecção de erro no circuito receptor. Esse gerador com base na combinação dos bits de dados gera um bit de paridade par, determina se o número de 1's é par, se for, o bit de paridade é "0", se não, o bit é "1". Como o circuito recebe um *nibble*, ele faz combinações de 3 grupos de 3 bits, gerando um bit de paridade em cada combinação (PEDRONI, 2010). O bit de paridade pode indicar que existe um erro num certo grupo de bits mas não identifica a posição do erro.

### **2.3. Multiplexador**

Após os dados passarem pelo gerador de bit de paridade, tem-se 7 bits para serem transmitidos, os dados são transmitidos em serial usando um multiplexador de 8 bits. O circuito integrado utilizado foi o 74ALS151 (FLOYD, 2007).

### **2.4. Contador de Década**

O circuito integrado utilizado foi o 74ALS161, que faz a contagem em função do clock que adquire, contando em sua saída de 0 à 9 (binário). Foi usado para selecionar os canais na entrada do multiplexador em uma sequência de 0 à 7, sendo reiniciado em 8. O reset se faz da seguinte forma: na saída do contador quando a saída é 1001, montou-se um circuito combinacional, ligando sua saída ao reset do contador, fazendo com que chegando à esse valor, o multiplexador e demultiplexador, volte ao canal 0. Momento esse em que o circuito é desabilitado, pois já completou a transmissão dos dados.

### **2.5. Circuito Gerador de Clock:**

Usando a configuração do C.I LM555 em astável, foi gerado uma onda quadrada com ciclo de trabalho de aproximadamente 55% e frequência de oscilação de 7 Hz. Tanto no circuito emissor como no receptor, há a presença de um circuito de *clock* seguindo o mesmo modelo, permitindo a calibração da frequência de transmissão por um *trimpot*.

No circuito emissor, existe outro circuito de *clock*, com frequência 10x a frequência do *clock* de contagem, esse gerador é para o flip-flop, responsável por habilitar e desabilitar após a contagem a transmissão de dados.

### **2.6. Circuito de Habilitação**

O comando de habilitação, que autoriza os dados a serem transmitidos, é dado por uma chave, que dispara um circuito monoestável que fica ativo por milésimos de segundos, suficiente para acionar um flip-flop que tem sua saída ligada ao pino de habilitação do contador, multiplexador e ao barramento de transmissão, que habilita os subcircuitos do receptor.



### 3. RECEPTOR

A Figura 2 apresenta o diagrama de blocos do circuito receptor de dados.

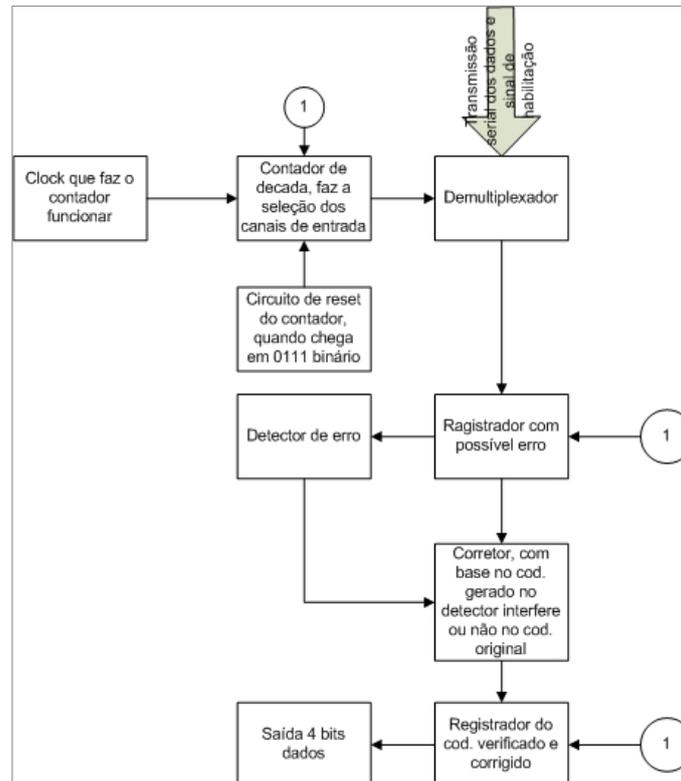


Figura 2. Diagrama de blocos do circuito receptor de dados.

No circuito receptor, temos o demultiplexador, detector de erro e corretor de erro, os circuitos de controle, *clock* e registradores presentes nesse receptor, são os mesmos do emissor.

#### 3.1. Detector/ Corretor de Erro

O detector de erro consiste em verificar a paridade dos mesmos conjuntos de dados de início, usado para gerar um determinado bit de paridade, só que agora o conjunto de dados inclui também, o próprio bit de paridade. Agora, o indicador de erro, emite sempre zero para o caso de não ocorrer nenhum erro e um, para caso ocorra. Terei três indicadores de erro, que mostrara em binário a localização do bit com erro.

#### 3.2. Código Corretor de Hamming

O código é responsável por interpretar a informação da localização do bit com erro, determinar esse bit e corrigi-lo, o código foi aplicado usando circuitos combinacionais. Como existem dois estados para um bit, caso os indicadores de erro apontem para o bit D5 [101]. Com base nesse código, o circuito combinacional implementado entre o indicador de erro e o bit, troca o valor do próprio D5 (bit 5) para seu oposto (TOKHEIM, 1983).



#### 4. CONCLUSÕES

Aplicação em aulas da disciplina de Eletrônica Digital possibilitam os alunos a conectarem conceitos vistos em aulas teóricas na resolução de problemas comuns em sistemas de transmissão e aquisição de dados e o uso de componentes básicos trabalhando juntos, formando um sistema complexo, mostrando passo a passo, o funcionamento do hardware e o tratamento dos dados, relacionando a teoria de correção de erro a um sistema prático e funcional.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FLOYD, Thomas L. Sistemas Digitais: Fundamentos e Aplicações. 9ª. ed. Porto Alegre: Bookman. 2007.

PEDRONI, Volnei A. Eletrônica Digital Moderna e VHDL: Princípios Digitais, Eletrônica Digital, Projeto Digital, Microeletrônica e VHDL. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. Sistemas Digitais: Princípios e Aplicações. 10ª. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

TOKHEIM, Ranger L. Princípios digitais. São Paulo. Coleção Schaum. Ed. McGraw Hill do Brasil, 1983.

#### TEACHING TOOL FOR DISCIPLINE OF ELECTRONIC DIGITAL

**Abstract:** *In this work, a teaching tool (module) for use in the discipline of Digital Electronics, taught courses in Engineering and Technical areas of Automation, Telecommunications and Electronics. The design is applied to the problem of data acquisition, data processing and transmission, with the problems arising when two devices need to communicate and solutions available. It uses a concept now used in some communication systems, parity bit and the Hamming code for error correction.*

**Key-words:** *Teaching tool, digital electronics, data acquisition, data transmission.*