



DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO MODULAR PARA O ENSINO DE ELETRÔNICA DIGITAL

Bruna Ramos¹, Guilherme Goularte da Silva², Cláudio Luís Ebert³, Leandro Schwarz⁴

Resumo: Este artigo objetiva o desenvolvimento de um kit modular para o ensino de eletrônica digital. Num primeiro momento, foi realizado um levantamento das necessidades das disciplinas de eletrônica digital dos cursos do IF-SC e com base nestas informações, foram montados sete módulos considerados básicos para os experimentos. Foram projetados os módulos de geração de frequências, exibição de displays de sete segmentos, módulo para estudo das tecnologias CMOS e TTL, dentre outros. Estes módulos foram, então, pesquisados, projetados e montados. Estes módulos poderão ser utilizados pelos alunos dos cursos técnicos e de tecnologia que possuam a disciplinas de eletrônica digital ou relacionadas.

Palavras-chave: Kit didático. Eletrônica digital. Ferramentas educacionais.

Abstract: *The purpose of this article is the development of a modular didactic kit for digital electronics. A survey about the needs of the digital electronics disciplines at IF-SC. Based on that information, seven modules where considered extremely necessary for mos experiments, and, therefore where researched, designed and assembled.*

Keywords: *Didactic kit. Digital electronics. Educational tools.*

¹ Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Eletrônicos do DAELN do IFSC <bruna.ramos.se@gmail.com>.

² Graduando do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Eletrônicos do DAELN do IFSC <guilherme.goularte@yahoo.com.br>.

³ Professor do DAELN, *campus* Florianópolis, do IFSC <ebert@ifsc.edu.br>.

⁴ Professor do DAELN, *campus* Florianópolis, do IFSC <schwarz@ifsc.edu.br>.

1. INTRODUÇÃO

Na era tecnológica em que vivemos nas últimas décadas, a utilização de sistemas eletrônicos se tornou indispensável da fabricação da ampla maioria dos equipamentos produzidos para suprir as mais diversas necessidades do ser humano. Os equipamentos eletrônicos são utilizados desde a fabricação de um biscoito, até o projeto de uma nave espacial.

Os sistemas eletrônicos, na sua grande maioria, são compostos por duas grandes áreas tecnológicas: a eletrônica analógica e a eletrônica digital.

Um sistema digital é um sistema no qual os sinais têm um número finito de valores discretos. Com esta característica, ele é mais fácil de ser projetado, o armazenamento da informação é facilitado, a precisão e exatidão são maiores, as operações podem ser programadas, ele é menos afetado por ruídos, e é mais adequado à integração,

sendo, desta forma, a tecnologia preferida pela maioria dos projetistas.

A eletrônica digital é uma das áreas de maior importância no estudo e implementação de sistemas eletrônicos. Devido a esta importância, a unidade de estudo de eletrônica digital faz parte de todas as matrizes curriculares dos cursos de eletrônica, eletrotécnica, telecomunicações, informática, entre outras.

Este trabalho visa suprir uma necessidade que se faz presente em alguns laboratórios do departamento de eletrônica e outros departamentos do IFSC, já que, com os equipamentos disponíveis, alguns experimentos de eletrônica digital não podem ser feitos ou então o tempo necessário para executá-los ultrapassa o tempo disponível em sala de aula, tornando-os impraticáveis.

Outra contribuição deste projeto é dominar esta tecnologia e poder fazer tantas cópias quanto necessárias e então contemplar os diversos

laboratórios com um custo de aquisição e manutenção menores para a instituição.

Mas a principal contribuição deste trabalho é poder fornecer às unidades de estudo de eletrônica digital, seja elas do IFSC seja fora deste, um *kit* didático modular, onde os blocos já estarão previamente montados, facilitando o ensino desta tecnologia.

Assim sendo, o que se propõe neste trabalho é o desenvolvimento de uma plataforma de aprendizagem que permita ao aluno estudar os componentes presentes na área de eletrônica digital, bem como projetar circuito que poderão fazer parte de estruturas eletrônicas, mesmo que estes ainda sejam de pequena complexidade.

Além disso, esta plataforma modular permitirá ao professor fazer experimentos com eletrônica digital de maneira mais rápida, fácil e segura, podendo desta forma aumentar e diversificar o conteúdo a ser estudado.

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO

O *kit* didático desenvolvido tem uma plataforma principal, constituída de fonte de alimentação com proteção contra curto-circuito e sobrecorrente, barramento de LEDs sinalizadores, suporte para matrizes de contato, barramento de chaves liga/desliga, entre outros.

Além da plataforma principal, foram desenvolvidos diversos módulos auxiliares, cujas funções estarão de acordo com os assuntos estudados em eletrônica digital.

Os módulos auxiliares são os seguintes:

- a) módulo para estudo da tecnologia TTL e CMOS: neste módulo foi desenvolvida uma fonte de tensão variável de 0 V a 15 V que serve para simular um sinal de entrada na porta lógica e indicar se este sinal é reconhecido como nível lógico 0 ou 1;
- b) módulo barramento de LEDs: este módulo é composto por vários LEDs em conjunto com seus resistores limitadores de corrente; tem com finalidade sinalizar o nível lógico que esta sendo obtido;
- c) módulo de 2 *displays*: como o próprio nome já diz, este é composto por dois displays de 7 segmentos, associado aos circuitos integrados que converte um valor binário em um código para *displays* 7 segmentos;
- d) módulo barramento de chaves: este módulo é composto por chaves liga/desliga que servem para simular níveis lógicos 0 e 1;
- e) módulo de teste: neste, um *display* é usado para verificar o nível lógico em todas as partes do circuito em teste;

- f) módulo gerador de frequência: neste são geradas frequências fixas de 1 kHz, 100 Hz, 10 Hz e 1 Hz.

No que diz respeito à viabilidade técnica, todos os módulos citados anteriormente são de tecnologia conhecida, mas estas tecnologias foram estudadas pelo aluno pesquisador, organizadas e sistematizadas de forma a possibilitar a execução do trabalho.

3. METODOLOGIA DO PROJETO

O projeto consistiu, inicialmente, em fazer um estudo dos *kits* didáticos presentes nos laboratórios do IF-SC, verificando os circuitos que fazem parte destes equipamentos, bom como, compreender o funcionamento dos mesmos.

Posteriormente foi feita uma consulta junto às ementas das unidades de estudo de eletrônica digital do IFSC, e de outras instituições de ensino, verificando quais os assuntos referentes à eletrônica digital, e como são abordados.

Também foi feita uma pesquisa a respeito de kits didáticos para eletrônica digital disponíveis no mercado. Esta consulta foi realizada na Internet, em catálogo de fabricantes, nas revistas técnicas etc.

Como este levantamento de dados, foi preparado um material para ser apresentado aos professores de eletrônica digital do DAELN (Departamento Acadêmico de Eletrônica), mostrando a eles o que se tem disponível, o que é pretendido fazer, ouvindo as opiniões e sugestões destes.

Com estas informações em mãos, foi preparado então o plano de trabalho e as etapas a serem executadas.

Nesta etapa, que foi a principal e que demandou a maior parte do tempo, foram projetados e implementados todos os módulos necessários à composição do módulo didático para ensino de eletrônica digital.

Após a implementação, uma série de testes foram realizados a fim de verificar o funcionamento do mesmo. Estes testes foram feitos pelo aluno pesquisador, utilizando o módulo para realizar experimentos clássicos de eletrônica digital.

4. RESULTADOS

4.1. Fonte de alimentação

A fonte de alimentação alimenta os circuitos dos módulos, com várias saídas para alimentações externas, podendo alimentar circuitos utilizados pelo usuário, sem a necessidade de uma fonte de bancada.

Na fonte de alimentação simétrica a partir de uma entrada de 18 V em corrente alternada, tem-se como tensões de saída contínuas: +12 V, -12 V, +5

V, -5 V e 0 V (GND). O esquemático da fonte de alimentação está apresentado na Figura 1.

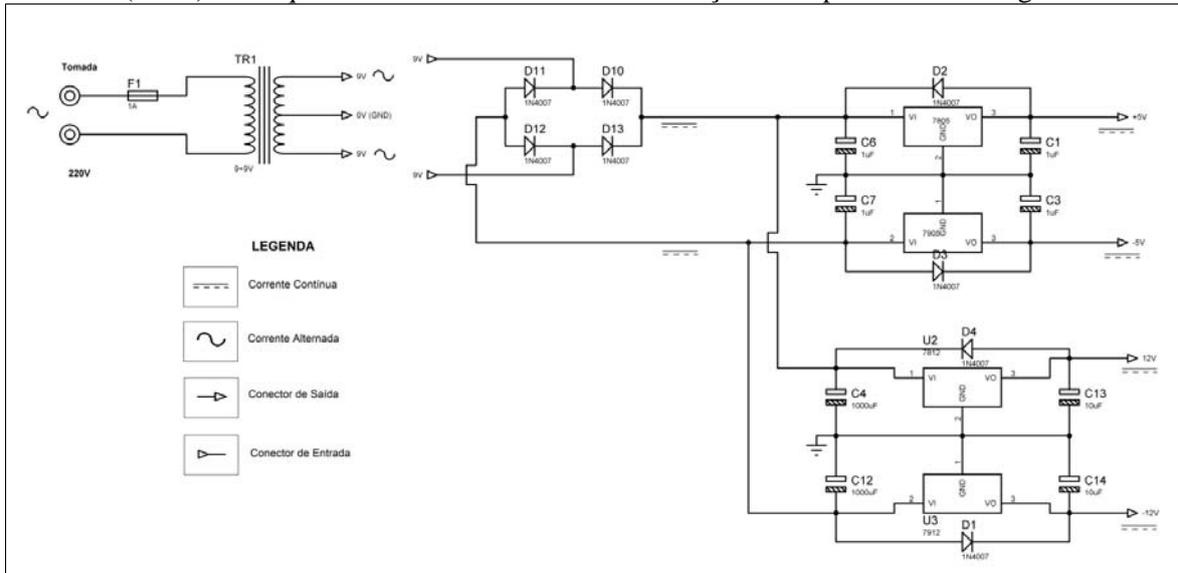


FIGURA 1 – Esquemático da fonte de alimentação.

Antes da entrada do circuito, utiliza-se um transformador, que recebe a tensão alternada da rede de 220 V e a transforma para 18 V, ainda alternada. O circuito, portanto, retifica e regula essa tensão para as saídas mencionadas.

Na primeira etapa da fonte, tem-se um fusível para proteção com capacidade de corrente de um ampère e um transformador, com tap central no qual a tensão da rede de 220 V é transformada para 9 V + 9 V.

Na segunda etapa, a tensão de 9 V dos conectores é retificada ao passar pelos diodos D10, D11, D12 e D13 que passam a somar-se. Portanto, na saída do bloco retificador, tem-se as tensões, a partir do semiciclo positivo de +18 V e a partir do semiciclo negativo de -18 V.

Na terceira e última etapa, estão presentes os circuitos integrados 7805, 7905, 7812 e 7912, além dos capacitores que atuam como filtro. Os CIs regulam a tensão de saída para uma tensão fixa de, respectivamente, +5 V, -5 V, +12 V e -12 V. A partir daí, as tensões são encaminhadas para a saída da fonte. A fonte de alimentação montada está apresentada na Figura 2.

4.2. Módulo para estudo das tecnologias TTL e CMOS

O módulo para estudo da tecnologia TTL e CMOS é uma fonte com tensão ajustável que varia de 0 V a 16 V, aproximadamente, em corrente contínua.

Esta fonte utiliza como alimentação os mesmos 18 V fornecidos pela fonte simétrica. O ajuste da tensão de saída é feito por dois potenciômetros, para ajuste grosso e fino. O circuito está apresentado na Figura 3.

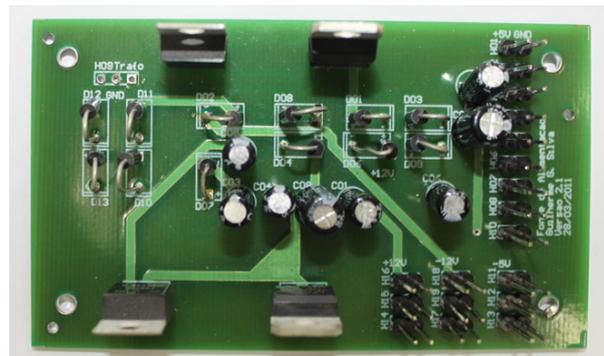


FIGURA 2 – Fonte de alimentação.

Na primeira etapa do circuito, foi disposto um LED para indicar o funcionamento do circuito. Em seguida foram dispostos os capacitores C1 e C3, que funcionam como filtro para a corrente de entrada e saída, respectivamente. O diodo D3, por sua vez, serve como proteção para a saída da fonte.

Os dois potenciômetros (RV1 e RV2), conectados entre o barramento de entrada do circuito e a malha de referência (GND), possibilitam o ajuste da tensão de saída da fonte. O circuito conta com ajustes precisos, feitos respectivamente com a variação do valor de resistência de RV1 e RV2. O circuito montado está apresentado na Figura 4.

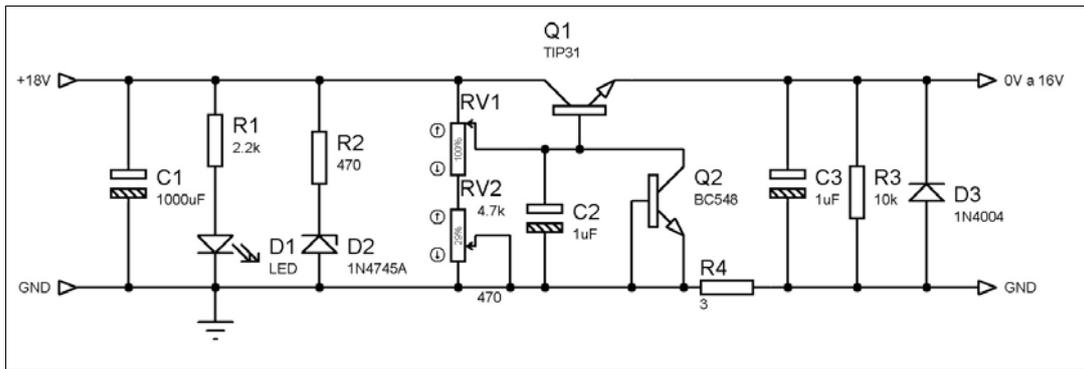


FIGURA 3 – Esquemático do módulo para estudo da tecnologia TTL e CMOS.

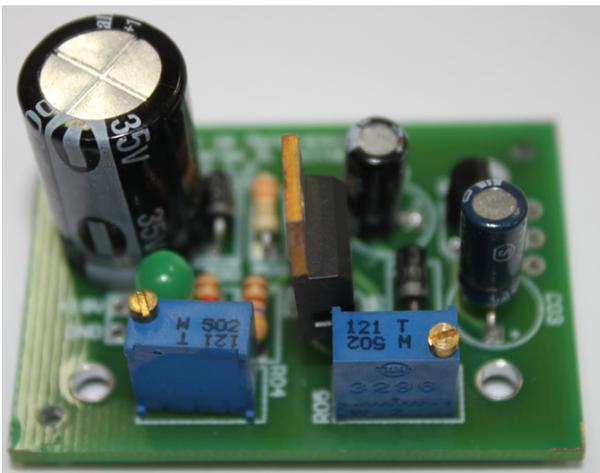


FIGURA 4 – Módulo para estudo da tecnologia TTL e CMOS.

4.3. Módulo de barramento de LEDs

O módulo de barramento de LEDs é formado por dez LEDs bicolores que indicam os estágios lógicos compatíveis com níveis TTL. A Figura 5 mostra o esquemático do circuito. Para os 10 LEDs disponíveis no módulo, foi utilizado um circuito duplicado em relação à Figura 5.

Os LEDs possuem portas inversoras e *latches* de modo a emitir luz nas cores verde ou vermelho dependendo do nível lógico inserido. Devido aos resistores de *pull-up*, os LEDs, mesmo sem a inserção de nível lógico na entrada, ficam sempre indicando nível lógico alto (MELO, 1994). A cor vermelha indica nível lógico alto e a cor verde, o nível lógico baixo.

A Figura 6 mostra o esquemático do circuito.

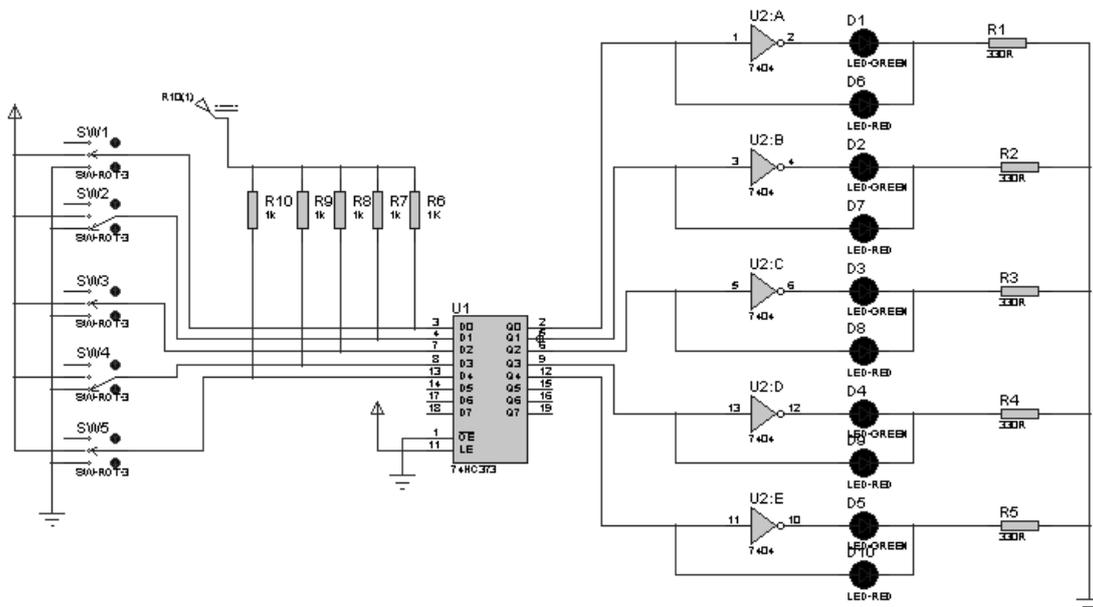


FIGURA 5 – Esquemático do módulo de barramento de LEDs.

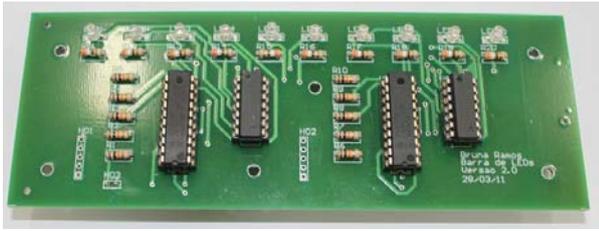


FIGURA 6 – Módulo de barramento de LEDs.

4.4. Módulo de dois displays

O módulo de dois displays de sete segmentos é composto por dois displays de sete segmentos ânodo comum, decodificadores BCD para sete segmentos e resistores de *pull-up*. A Figura 7 mostra o esquemático do circuito.

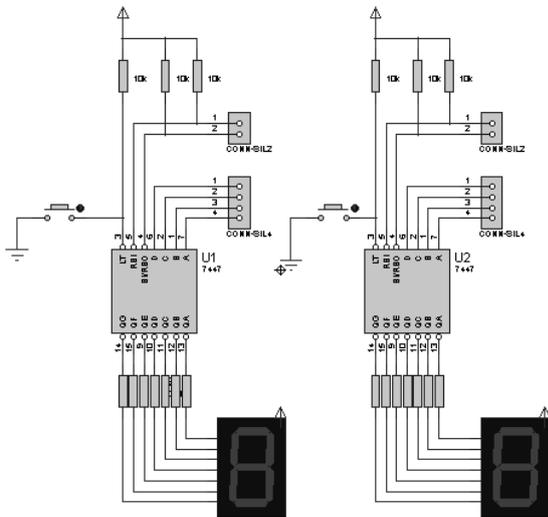


FIGURA 7 – Esquemático do módulo de dois displays.

Este bloco permite ao aluno testar rapidamente a operação de contagem de contadores binários e BCDs, multiplicação e divisão por dois através de registradores de deslocamento e Unidades Lógico-Aritméticas (ULAs). O circuito foi dotado de decodificadores, blocos de espera para conexão com o barramento de dados (D0, D1, D2 e D3), espera para controle (RBI, RBO), espera para o ponto decimal e botão pulsátil para testes dos *displays* (LT) (SZAJNBERG, 1988).

A Figura 8 mostra o esquemático do circuito.

4.5. Módulo de barramento de chaves

O módulo de barramento de chaves é feito através de um barramento de chaves retentivas. As chaves retentivas comutam de nível lógico a cada acionamento e o mantém até que a chave seja acionada novamente. A Figura 9 mostra o esquemático do módulo de barramento de chaves.

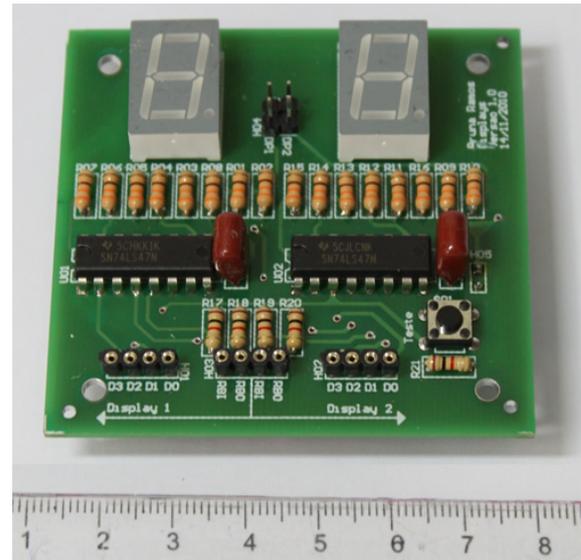


FIGURA 8 – Módulo de dois displays.

O módulo é composto por duas chaves retentivas, todas possuindo sistema antirrepique, saída complementar e LEDs bicolores indicativos de estado lógico. O circuito anti-repique das chaves é composto por portas NAND em configuração *latch SR* (TOCCI; WIDMER; MOSS, 2007).

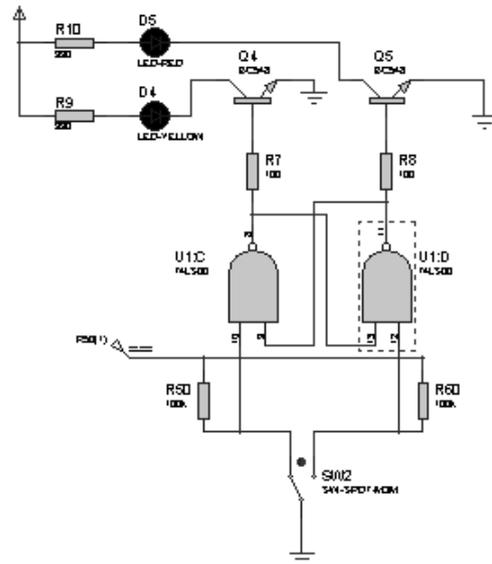


FIGURA 9 – Esquemático do módulo de barramento de chaves.

Os LEDs bicolores permitem a indicação visual do nível lógico da chave, sendo escolhida a cor vermelha para o nível lógico baixo e verde para o nível lógico alto. A Figura 10 mostra o módulo de barramento de chaves.

4.6. Módulo de teste

O módulo de teste detecta em sua entrada nível alto, baixo e flutuante. É composto por

comparadores e um *display* sete segmentos cátodo comum.

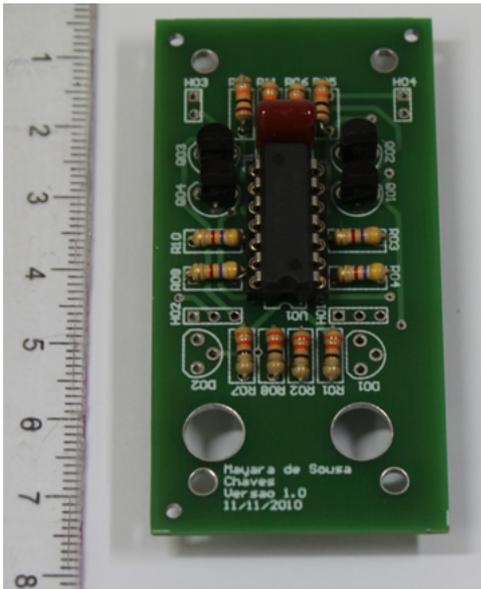


FIGURA 10 – Módulo de barramento de chaves.

A Figura 11 mostra o esquemático do módulo de teste.

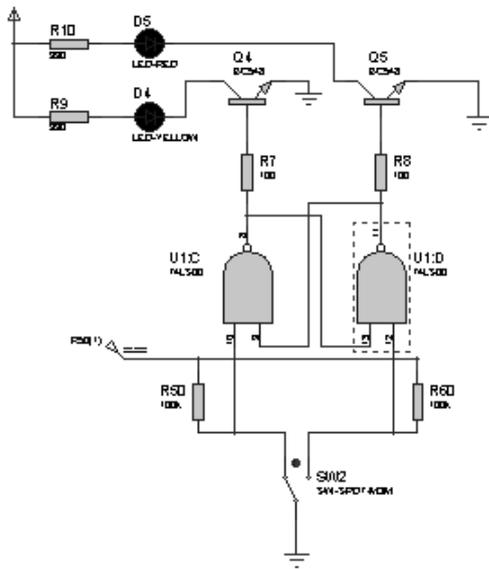


FIGURA 11 – Esquemático do módulo de teste.

A representação dos dados da entrada do usuário é demonstrada no display de sete segmentos. O número um sempre estará presente no display enquanto o circuito estiver ligado. A letra “U” representa nível alto na entrada. O número sete representa nível baixo. O número 1 mais o ponto do display representa flutuação (ZAPELINI, 1994).

A Figura 12 mostra o esquemático do módulo de teste.

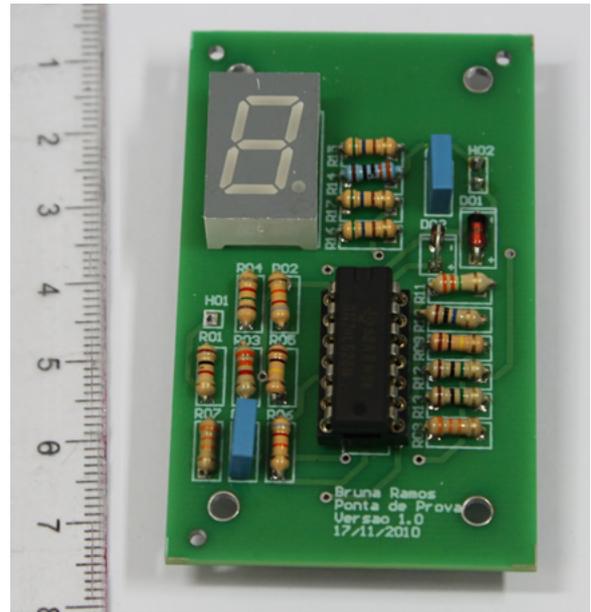


FIGURA 12 – Módulo de teste.

4.7. Módulo gerador de frequências

O módulo gerador de frequências foi implementado utilizando um CI 555 e dois CIs 74390. O 555 é um circuito integrado composto de um *flip-flop* do tipo SR, dois comparadores simples e um transistor de descarga. Projetado para aplicações gerais de temporização, é um circuito integrado de fácil aquisição no mercado de componentes eletrônicos. A Figura 13 mostra o esquemático do módulo gerador de frequências.

O CI 555 é responsável por gerar a maior frequência do gerador, 10 kHz e, para tanto, é necessário utilizá-lo na topologia astável (MALVINO; LEACH, 1987).

O potenciômetro inserido no circuito é utilizado para ajustar a frequência de saída com maior precisão, uma vez que esta depende dos valores dos capacitores e resistores do circuito.

O 74390 é um contador de décadas crescente, formado por dois módulos independentes no mesmo circuito integrado. O contador foi implementado em modo biquinário para permitir uma forma de onda de saída com ciclo ativo de 50%. A frequência gerada pelo 555 é injetada no primeiro divisor de décadas para produzir a frequência de 1 kHz; esta, por sua vez, foi injetada em outro divisor para produzir a de 100 Hz, e assim sucessivamente para as demais frequências de 10 Hz e 1 Hz. Desta forma, foram utilizados dois CIs 74390 para gerar os quatro sinais de clock diferentes. A Figura 14 mostra o módulo gerador de frequências.

