

Antenna

ELETRÔNICA PROFISSIONAL
E APLICADA

JULHO DE 1981 • VOLUME 86 • Nº 1 • Cr\$ 140,00 EM TODO O BRASIL



CONSTRUA UM LABORATÓRIO
MODULAR PARA PRÁTICAS DIGITAIS

Notas sobre este e-book

Este material foi desenvolvido por mim e publicado na Revista Antenna em 1981/82.

À época eu era colaborador da revista e em alguns momentos cheguei a assinar mais de uma coluna, dentre elas Para o Fichário do Experimentador.

O objetivo era mostrar como estudar Eletrônica Digital de uma forma “diferente” da que era apresentada nos livros tradicionais e que propiciasse ao leitor a oportunidade de aprender fazendo.

Como consequência surgiu a necessidade de oferecer aos leitores uma maneira fácil e barata para que pudessem montar um “laboratório” para realizar a experiências propostas nos artigos.

A inspiração para o projeto veio a partir de um laboratório que eu havia recebido do CREI (Capitol Radio Engineering Institute) cujo curso (por correspondência) eu havia feito em 1978 (se a memória não me trai).

No projeto original do CREI vinha tudo numa placa só, mas isso se tornaria difícil de construir e caro.

Como diz a máxima “dividir para enfraquecer”, foi o que eu fiz, mas neste caso, por uma boa causa.

Dividi o projeto em 10 módulos todos montados em placas de 5 x 10 cm que ao final poderiam ser presas numa caixa de madeira onde é afixada também uma *protoboard* para as experiências.

Ao publicar minhas aulas de Eletrônica Digital no Clube Aprenda Eletrônica com Paulo Brites comecei a pensar como organizar as práticas.

E aí me veio à mente este projeto de 81 e resolvi juntar todos os artigos no formato original neste e-book.

Pequenas alterações poderão ser feitas por você para adaptar a sua realidade, mas creio que será de grande valia usá-lo como inspiração assim como o Lab do CREI o foi para mim.

Os circuitos são todos bem simples e podem ser construídos em placas de circuito impresso tipo mar de ilhas caso você não tenha “intimidade” em fazer circuito impresso.

Como eu disse, isso é uma inspiração. Ponha a sua criatividade para funcionar.

Paulo Brites

CONSTRUA UM LABORATÓRIO MODULAR PARA PRÁTICAS DIGITAIS

PARTE I

PAULO BRITES

Faltam-lhe recursos para adquirir um laboratório para treinamento nas técnicas digitais? Aqui está a solução: um projeto progressivo, com um ou dois módulos por mês. Ao final desta série, você possuirá um laboratório digital versátil, e estará plenamente familiarizado com as técnicas digitais básicas!

APRESENTAÇÃO

Os Circuitos Lógicos constituem um dos ramos mais importantes da Eletrônica de hoje e, mais ainda, a do futuro — tal a sua vinculação com a Informática, que tanto desenvolvendo vem experimentando ultimamente.

Todavia, as técnicas digitais não podem ser aprendidas apenas “no papel”; elas requerem prática de bancada. E como se torna trabalhosa a comprovação de um circuito, ainda que simples, se não dispusermos de acessórios, tais como monitores de níveis lógicos, geradores de pulsos, e outros mais!

Foi pensando nisto que resolvemos preparar esta série de artigos, com montagens progressivas, com vista tanto ao campo didático como à realização de projetos e à comprovação de circuitos. Elas darão origem ao que chamaremos de um “LAB Digital”, constituído dos principais dispositivos auxiliares utilizados na verificação e desenvolvimento de circuitos lógicos mais complexos. Este laboratório servirá também de apoio para a nossa seção nesta Revista (“Pará o Fichário do Experimentador”), auxiliando na execução das experiências ali propostas.

O QUE É NECESSÁRIO PARA REALIZAR EXPERIÊNCIAS EM ELETRÔNICA DIGITAL?

O motivo que nos levou a construir este laboratório portátil foi o de reunir em um só local diversos circuitos que são sempre solicitados durante a execução de experiências com circuitos lógicos.

Assim, nosso projeto começou com a elaboração de uma lista, onde incluímos o que julgamos mais importante. É bem verdade que os dispositivos que iremos descrever não podem ser considerados como o que há de mais “completo”, em termos de suprir um laboratório de Eletrônica Digital. Entretanto, conciliamos custo versus exequibilidade, pois, caso contrário, tal tipo de empreendimento tornar-se-ia um “saco sem fundo”. Desta forma, procuramos selecionar aquilo que nos pareceu realmente o mínimo necessário, para que o custo total do LAB não ficasse muito alto. Os módulos que compõem o LAB Digital são:

- Módulo I — Fonte Regulada (5 V C.C., $\pm 5\%$)
- Módulo II — Conjunto de Oito Chaves Lógicas
- Módulo III — Conjunto de Monitores de Níveis Lógicos
- Módulo IV — Dois Mostradores de Sete Segmentos com Entrada BCD
- Módulo V — Duas Chaves Anti-ripique
- Módulo VI — Fonte Regulada Dupla, Simétrica ($\pm 12 V$)
- Módulo VII — Contador Digital (0 a 99)
- Módulo VIII — Conjunto de Inversores Lógicos
- Módulo IX — Gerador de Ondas Quadradas
- Módulo X — Gerador de Pulsos com Freqüência Ajustável
- Módulo XI — Gerador de Ondas Senoidais
- Módulo XII — Amplificador de Áudio

Nosso LAB será dotado de uma plaqueta de montagens experimentais, tipo “Protoboard”, o que permitirá realizar as montagens com rapidez, dispensando o

soldador e, o que é bem interessante, podendo reaproveitar os componentes em outros circuitos.

COMO CONSTRUIR O LABORATÓRIO

A esta altura, pela quantidade de circuitos com que nos propusemos equipar nosso LAB (doze, ao todo), o leitor poderá ficar desanimado... Entretanto, veremos que não há motivo para tal; isto porque nosso LAB foi elaborado de modo a ser construído em diversos módulos, o que será mais fácil para o leitor (e seu bolso). Assim, cada um dos circuitos apresentados na relação anterior será montado numa plaqueta de circuito impresso, cujas dimensões foram por nós padronizadas em 5 cm X 10 cm.

Ao término da construção, as doze unidades, ou melhor, **Módulos**, como preferimos chamá-los, serão fixadas em uma placa de “Duratex”, a qual servirá de tampa para uma caixa de madeira, no interior da qual serão alojados os componentes maiores, como

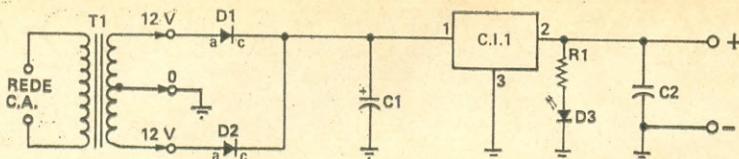


FIG. 1 — Diagrama esquemático da fonte de alimentação de 5 V para o LAB Digital.

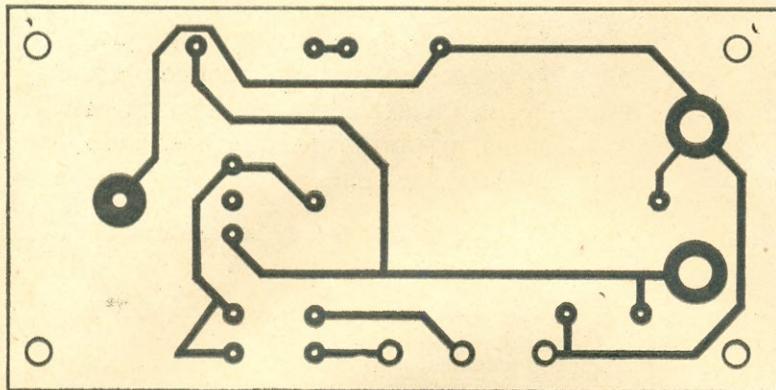


FIG. 2 — Plaqueta de circuito impresso (face cobreada) para a fonte de 5 V. Esta plaqueta, bem como todas as demais para o LAB Digital, foi padronizada nas dimensões de 5 cm X 10 cm.

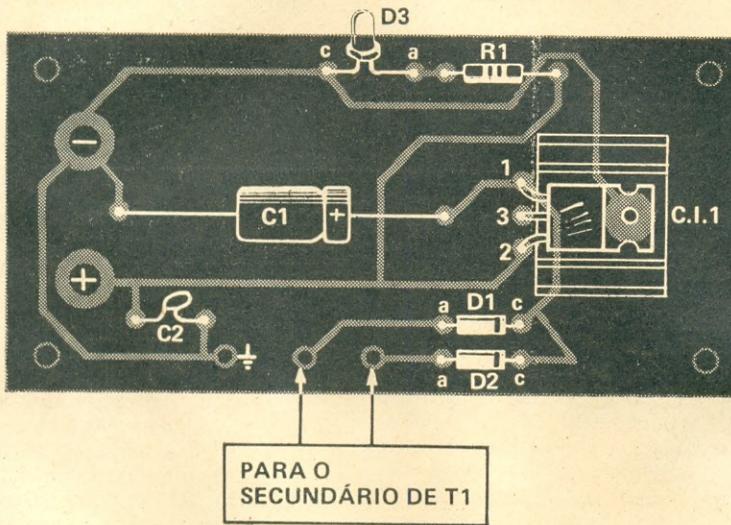


FIG. 3 — Disposição dos componentes sobre a plaqueta da Fig. 2. Somente o transformador T1 ficou fora da plaqueta.

transformador e alto-falante do amplificador de áudio. Nesta placa de "Duratex" será fixado também o "Proto-board", de modo que fique tudo bem à mão, facilitando a realização das experiências.

Como o laboratório é constituído de doze módulos, eles serão publicados separadamente. No final mostraremos como reuni-los. Entretanto, não há nenhuma "contra-indicação", é claro, em você ir utilizando os módulos à medida que os for construindo.

MÓDULO I: FONTE DE ALIMENTAÇÃO REGULADA (5 V C.C.)

Para começar a construção do nosso LAB Digital, escolhemos a montagem de uma fonte de 5 V por ser a mesma indispensável à realização de qualquer experimento com circuitos digitais onde sejam utilizados integrados da família TTL.

Como vamos necessitar de uma fonte que apresente boas

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

C.I.1 — 7805 (regulador integrado de 5 V)

D1, D2 — 1N4002, 1N4007 ou equivalentes

D3 — Diodo fotemissor ("LED") vermelho, de qualquer tipo

Resistor

R1 — 470 Ω , $\pm 10\%$, 1/4 W

Capacitores

C1 — 2.200 μ F, 25 V, eletrolítico

C2 — 1 μ F (ou 2 μ F), 10 V, tântalo

Diversos

T1 — Transformador de alimentação: primário, 110 ou 220 V; secundário, 12 V — 0 — 12 V, 2 A (Willkason 1.164 ou equivalente)

Plaqueta de fibra de vidro cobreada (ou de fenolita cobreada), dissipador de calor para C.I.1, um borne vermelho, um borne preto, fio, solda, etc.

onde comprar

Com mais informes sobre esta lista, no final deste número.

características de regulação, isto é, da ordem de $\pm 5\%$, resolvemos optar pelo emprego de um regulador de tensão integrado. Assim, o "coração" do Módulo I é um C.I. regulador de tensão de três terminais fabricado pela NEC.

Trata-se do 7805 que, segundo informação da NEC, é capaz de suportar cargas de até 1 A (o que nós comprovamos!).

Uma das vantagens de se utilizar este tipo de regulador é que ele possui circuito de proteção contra sobrecarga de corrente, que o torna "quase" indestrutível, ou seja, é à prova de "distração". Em nosso protótipo, castigamos o "bichinho" e o deixamos "cozinhar" propositalmente durante mais ou menos um minuto (diversas vezes) e — para nossa alegria — ao esfriar lá estava ele apresentando a tensão nominal outra vez, como se nada tivesse acontecido!

O circuito de nossa fonte não tem nada de especial, como se vê na Fig. 1. Trata-se de uma retificação de onda completa, tendo sido utilizado um transformador de 12 V — 0 — 12 V e dois diodos, seguidos de um capacitor de filtro da ordem de 2.000 μ F.

O estágio regulador ficou bastante simplificado por ter sido utilizado, como já dissemos, o integrado 7805 da NEC, o qual fixamos a um dissipador de calor, por precaução.

Na saída da fonte colocamos um diodo fotemissor ("LED") com seu respectivo resistor limitador de corrente. Este "LED" tem duas funções, sendo que a primeira delas é óbvia: indicar que o circuito está ligado; a outra função é servir de indicador quando, porventura, "puxarmos" muita corrente da fonte. Neste caso, a tensão de saída cairá drasticamente, e o brilho do diodo ficará "fraquinho", ou mesmo o "LED" se apagará. Se isto acontecer, desligue a fonte, ou o circuito "pendurado" a ela, e veja onde está o "gato".

MONTAGEM

A montagem final foi efetuada em uma plaqueta de circuito impresso de 5 cm X 10 cm, dimensões que resolvemos padronizar para as plaquetas de todos os módulos.

Embora tenhamos utilizado plaquetas de fibra de vidro em nosso protótipo, não haverá nenhum inconveniente se você fizer sua montagem com fenolita (que é bem mais barata). As Figs. 2 e 3 mostram o desenho do circuito impresso.

O transformador, como podemos notar, ficou externo à pla-

FOTO I — Aspecto da plaqueta de circuito impresso da fonte de 5 V para o LAB Digital, vista pela face cobreada. O Autor utilizou uma plaqueta de fibra de vidro que dá maior robustez à montagem.

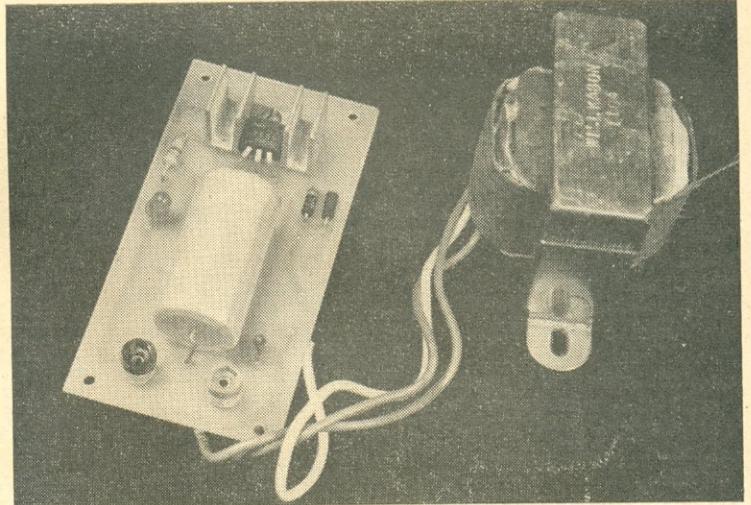
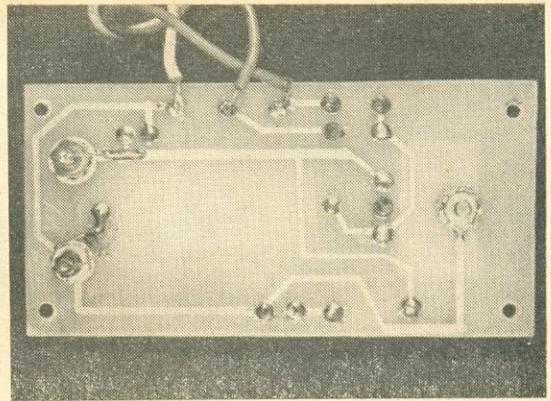


FOTO II — Plaqueta da fonte, completamente montada e pronta para a utilização. O único componente externo à plaqueta foi o transformador T1 que, devido a seu peso e dimensões, deverá ser fixado à caixa que alojar os módulos do LAB Digital.

ca. Ele deverá ser posteriormente fixado na caixa que irá abrigar os demais módulos do LAB.

As Fotos I e II mostram, respectivamente, a plaqueta vista pela face cobreada e pela face dos componentes.

Mês que vem iremos apresentar os Módulos II e III do LAB Digital, que são, respectivamente, um conjunto de oito chaves lógicas e um conjunto de monitores de níveis lógicos. Até lá! o o o — o — (OR-1784)

(Continua no próximo número)

NOVOS PRODUTOS

Sob esse título costumamos publicar em **Antenna** e **Eletrônica Popular** informações sobre produtos recém-lançados no mercado. Não se trata de matéria paga, nem de favorecimento nosso aos fabricantes: é apenas parte do dever que temos de manter nossos leitores bem informados. Se a sua indústria (grande ou pequena, não importa) deseja que seus produtos novos também sejam notícia em nossas revistas, basta que nos enviem suas características e — sempre que possível — uma foto em preto e branco. Nossos endereços: Rio de Janeiro, Caixa Postal 1131, C.E.P. 20000 — S. Paulo, R. Vitória 383, C.E.P. 01210. Nós teremos prazer na publicação, os leitores ficarão agradecidos e sua empresa ganhará uma promoção extra gratuitamente, entre nossos milhares de leitores de alto poder aquisitivo em todos os setores da Eletroeletrônica.

CONSTRUA UM LABORATÓRIO MODULAR PARA PRÁTICAS DIGITAIS

PARTE II

PAULO BRITES



MÓDULO II: CONJUNTO DE OITO CHAVES LÓGICAS

UMA chave lógica nada mais é que um circuito que permite, através de chaves, selecionar um nível lógico alto ou baixo, que será aplicado ao circuito que estamos experimentando.

A idéia básica é vista na Fig. 1. O funcionamento é o mais simples possível: quando a chave está na posição "0", a saída fica ligada à massa e, portanto, fica em nível baixo. Ao passarmos a chave para a posição "1", teremos o + V_{cc} aplicado à saída através do resistor R e, portanto, esta corresponde à posição "nível alto".

Nosso módulo foi dotado de oito chaves similares à descrita acima, tendo sido utilizadas chaves do tipo "H-H". Todavia, algo mais foi adicionado ao circuito da Fig. 1, a fim de aumentar a versatilidade do nosso módulo: dotamos o circuito de uma chave seletora, para que pudesse ser aii-

mentado com duas tensões diferentes: 5 V e 12 ou 15 V. Obviamente, a tensão de 5 V será utilizada para circuitos da família TTL.

E os 12 ou 15 V? Bem, na verdade o nível lógico alto nesta condição será de 7,5 V, graças a um diodo zener incluído no módulo.

Fizemos isto porque, quando trabalhamos com CMOS, o nível lógico alto deve ser de, no mí-

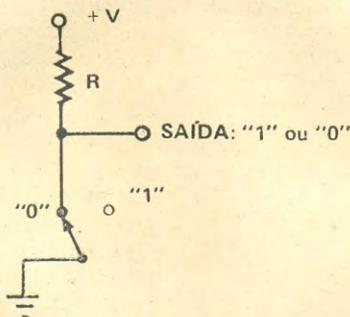


FIG. 1 — Circuito básico de uma das chaves lógicas do Laboratório Digital.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

- D1 — Diodo fotemissor ("LED") verde, de qualquer tipo
- D2 — Diodo fotemissor ("LED") vermelho, de qualquer tipo
- D3 — Diodo zener de 7,5 V, 400 mW

Resistores

- R1 a R8 — 4,7 kΩ, 1/8 W
- R9, R10 — 330 Ω, 1/8 W
- R11 — 180 Ω, 1/2 W

Diversos

- CH1 a CH9 — Chave de dois pólos e duas posições, tipo "H-H" (para CH2 a CH9, as seções são ligadas em paralelo)
- Placa de circuito impresso medindo 5 X 10 cm, soquete de válvulas de nove pinos (ver texto), fio, solda, etc.



Com mais Informes sobre esta lista, no final deste número.

(*) Parte I — Antenna, vol. 86, nº 1, julho de 1981.

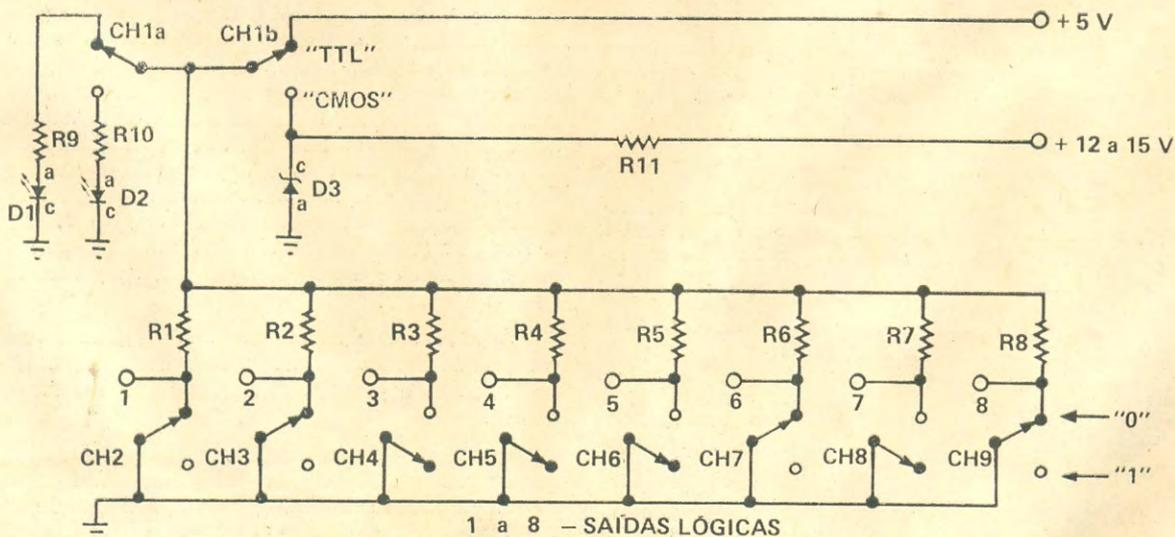


FIG. 2 — Diagrama esquemático do conjunto de oito chaves lógicas que constitui o Módulo II do Laboratório para a Prática de Técnicas Digitais.

A MONTAGEM

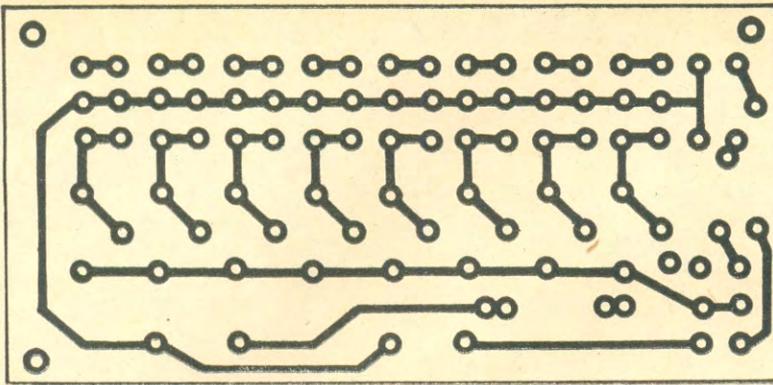


FIG. 3 — Sugestão para o circuito impresso do Módulo II do LAB Digital. As plaquetas que constituem o Laboratório foram padronizadas nas dimensões de 5 X 10 cm.

Para a montagem do módulo utilizamos uma placa de circuito impresso medindo 5 X 10 cm, cujo desenho é visto na Fig. 3. A Fig. 4 mostra como ficam dispostos os componentes sobre a plaqueta.

Para a fixação das chaves "H-H" miniatura tivemos que abrir furos na placa, o que foi feito com uma broca de 1/8"; cada chave, de dois pólos, teve suas seções ligadas em paralelo.

Quanto aos terminais de saída, de onde será retirado o "sinal" para aplicar ao circuito que está sendo experimentado, tivemos que nos valer de uma impro-

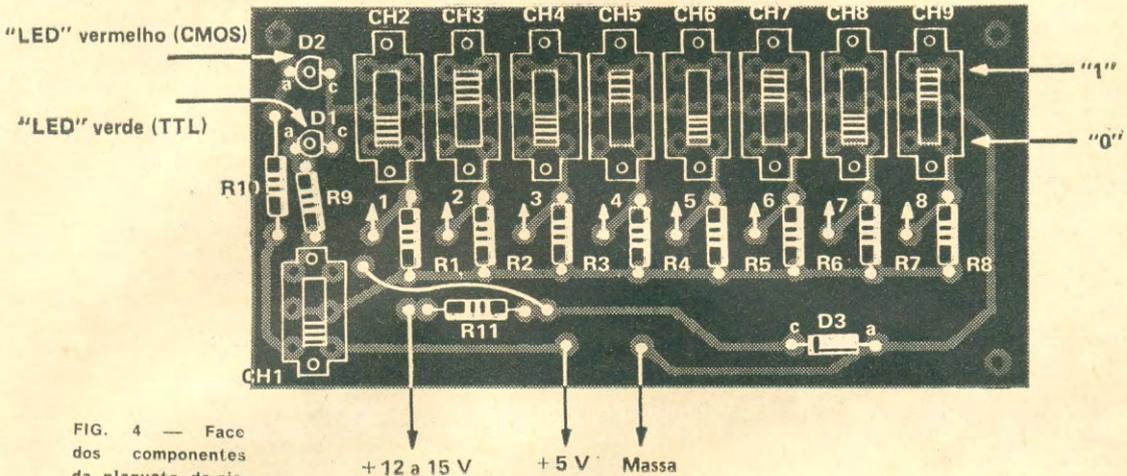


FIG. 4 — Face dos componentes da plaqueta de circuito impresso.

1 a 8 — Sidas lógicas

nimo, a metade da tensão de alimentação do circuito e, em geral, esta é de 12 ou 15 V.

A seleção do valor de tensão para o nível alto que será utilizado é feita através de uma chave "H-H", a qual aciona também dois diodos fotemissores ("LED"), um verde e um vermelho. O "LED" vermelho indica que o circuito está selecionado para CMOS, ou seja, nível alto 7,5 V; o "LED" verde nos indica que o nível alto é 5 V e, portanto, adequado para trabalhar com os TTL.

O circuito completo do nosso conjunto de chaves lógicas está na Fig. 2.

Os resistores R são todos iguais, e de 4,7 kΩ. Este valor foi adotado pelo seguinte: ao colocarmos todas as chaves na posição "baixo", os resistores R ficam em paralelo, dando um equi-

valente a $\frac{R}{8}$, ou seja, $\frac{4700}{8} \approx$

$\approx 587 \Omega$. Se a posição "TTL" estiver selecionada, teremos um consumo de menos de 10 mA, enquanto na posição "CMOS", o consumo será da ordem de 15 mA. Em ambos os casos, os resistores não apresentam carga considerável para nossas fontes.

visação. Precisávamos de terminais que fossem facilmente soldados à placa de circuito impresso do módulo, e nos quais pudéssemos colocar e tirar com facilidade pequenos pedaços de fio que seriam levados à plaqueta de montagens experimentais ("pro-

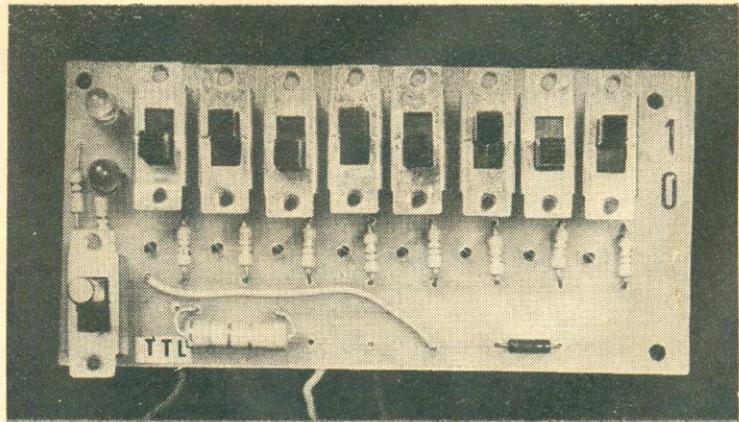


FOTO 1 — Aspecto da plaqueta do conjunto de oito chaves lógicas.

toboard") onde estaria o circuito "cobaia". A única coisa que encontramos em nosso comércio "especializado" foram os terminais "Molex", os quais achamos muito frágeis para a aplicação. Surgiu-nos, então, uma idéia: utilizar os terminais de um suporte

de válvula tipo miniatura; e foi o que fizemos. Desmontamos um soquete de nove pinos e aproveitamos as "patinhas" dele para colocar em nosso módulo. A utilização correspondeu ao que procurávamos; basta encaixar um pedaço de fio no terminal (de pre-

ferência, rígido) sem soldas, parafusos ou qualquer outra complicação. A Foto 1 mostra o aspecto da plaqueta do conjunto de oito chaves lógicas.

Afinal, o objetivo dos módulos é conseguir montagens e testes rápidos, dos circuitos que estão sendo analisados.



MÓDULO III: CONJUNTO DE MONITORES LÓGICOS

Uma das comodidades no trabalho com circuitos digitais é que, na maioria das vezes, eles podem ser verificados ou analisados com

o auxílio dos versáteis diodos emissores de luz, popularmente conhecidos como "LED". Isto porque, em geral, deseja-se sa-

ber se temos um nível lógico **alto** ou **baixo**, o que pode ser caracterizado por um "LED" aceso ou apagado.

Cabe aqui uma ressalva: não estamos, com isto, querendo dizer que a utilização de instrumentos como o V.O.M., e até mesmo, em certos casos, um osciloscópio, sejam completamente desnecessários. Em determinadas circunstâncias, um osciloscópio pode se tornar até indispensável, quando se trata, por exemplo, de analisar formas de onda de pulsos, medir períodos, etc.

Todavia, talvez possamos dizer, sem exagero, que cerca de 80% das situações são resolvidas com auxílio de alguns "LED". Assim, a inclusão de um módulo de monitores lógicos com "LED" torna-se obrigatória em nosso LAB Digital.

A "teoria" que envolve a construção deste módulo é a mais elementar possível. Como você pode verificar examinando a Fig. 101, trata-se de um conjunto de oito "LED" que serão ativados, individualmente, por circuitos inversores. Tal é a concepção do circuito que, quando a entrada recebe um nível alto, **que deve ser de, no máximo, 5 V**, o "LED" correspondente acende; ao levar esta entrada a um nível baixo, ou à massa, o "LED" se apagará.

Os inversores mencionados acima foram obtidos de dois C.I.

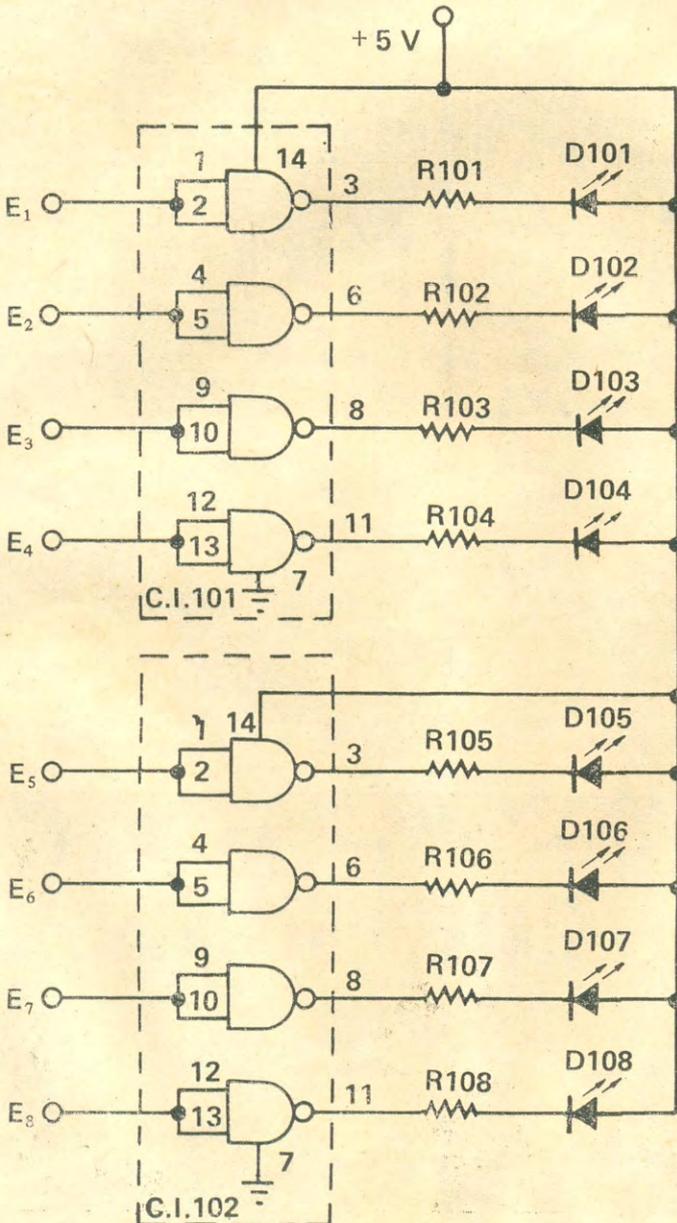


FIG. 101 — Diagrama esquemático do Módulo III do LAB Digital, que é um conjunto de oito monitores de níveis lógicos.

LISTA DE MATERIAL

C.I. 101, C.I. 102 — 7400

D101 a D108 — Diodo fotemissor ("LED") vermelho, de qualquer tipo

R101 a R108 — 470 Ω , 1/8 W, $\pm 10\%$

Falando de Componentes

Com mais Informes sobre esta lista, no final deste número.

O Autor remeteu-nos, para aferição, o aparelho. Os testes realizados em nosso Departamento Técnico demonstraram desempenho satisfatório, condizente com as características descritas no artigo.

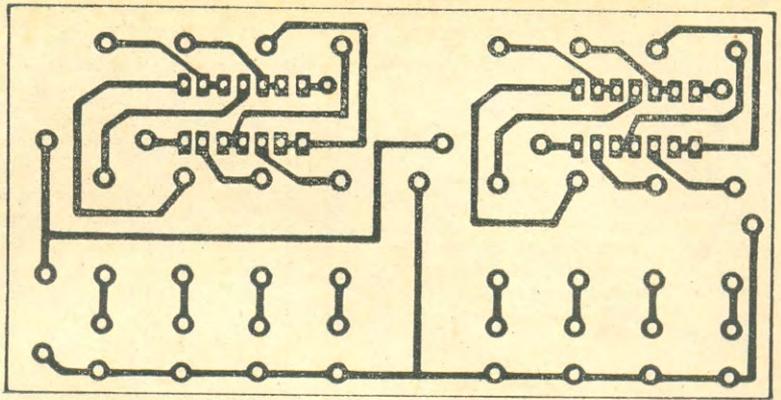


FIG. 102 — Sugestão para o circuito impresso do Módulo III. A plaqueta mede 5 X 10 cm.

TTL 7400, que contêm, como sabemos, quatro portas NE de duas entradas. As entradas de cada porta NE foram interligadas, ficando as portas transformadas, assim, em circuitos inversores.

Sem dúvida, poderíamos ter utilizado outras alternativas para a construção dos inversores, tais como transistores, ou mesmo C.I. inversores. Todavia, nosso projeto foi norteador pelos seguintes princípios: os inversores lógicos integrados apresentam-se com seis unidades em cada C.I. e, portanto, ficaríamos com duas sobrando, já que optamos por oito unidades inversoras (doze seriam demais); a utilização de C.I., em lugar de transistores, torna a substituição do componente mais fácil, caso ele seja destruído por alguma "varada" durante as experiências. Isto porque, em nossas montagens, utilizamos sempre soquetes para os C.I.

Feitas estas considerações teóricas, passemos então à montagem de nosso módulo.

MONTAGEM

Por comodidade, a montagem foi feita numa plaqueta de circuito impresso medindo 10 X 5 cm, dimensões que foram adotadas como padrão para todos os módulos do LAB Digital. Os terminais de entrada foram obtidos de um soquete de válvula, conforme já explicamos no Módulo II.

Nas Figs. 102 e 103 temos, respectivamente, o desenho do circuito impresso em tamanho natural, e como são distribuídos os componentes sobre a plaqueta. Na Foto I-A vemos como ficou a plaqueta, após concluída a montagem.

Com o auxílio dos dois módulos já publicados ("Fonte de 5 V" e "Conjunto de Chaves Lógicas"), você poderá facilmente comprovar o funcionamento des-

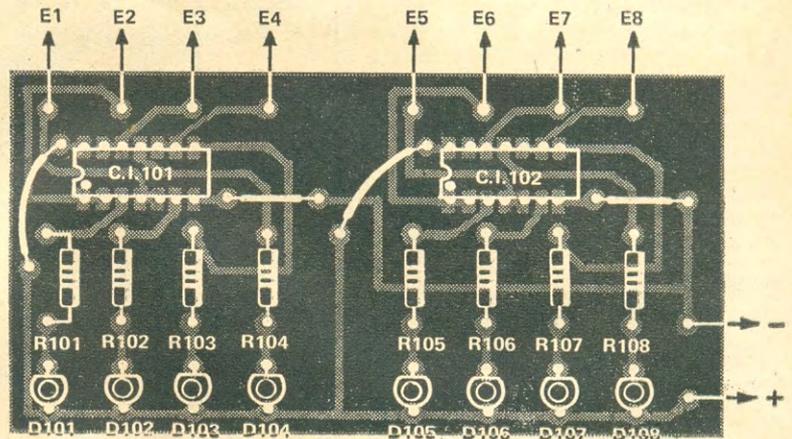


FIG. 103 — Disposição dos componentes sobre a plaqueta da Fig. 102.

te módulo de monitores lógicos. Na Fig. 104 apresentamos um diagrama de blocos mostrando como interligar os módulos. A fonte de 5 V alimentará os Módulos II e III simultaneamente. O Módulo II (chaves lógicas) deve ser

selecionado para a operação em TTL, uma vez que ele será alimentado com 5 V.

Os oito terminais de saída do módulo das chaves lógicas devem ser interligados através de pequenos pedaços de fio rígido aos

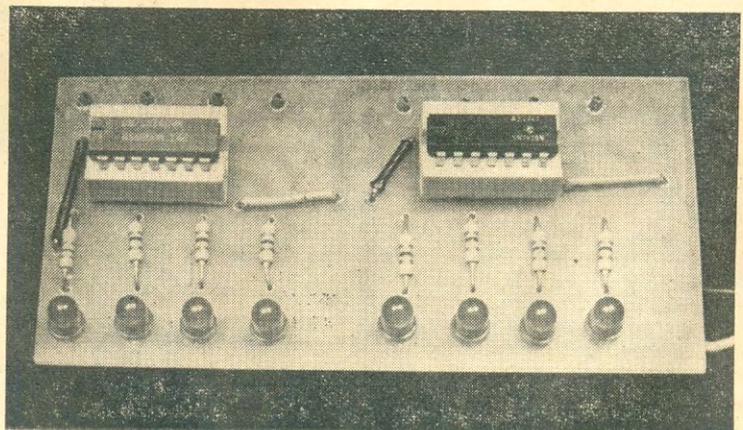


FOTO I-A — Como nos demais módulos do LAB Digital, a plaqueta de circuito impresso dos monitores de níveis lógicos teve suas dimensões padronizadas em 5 X 10 cm.

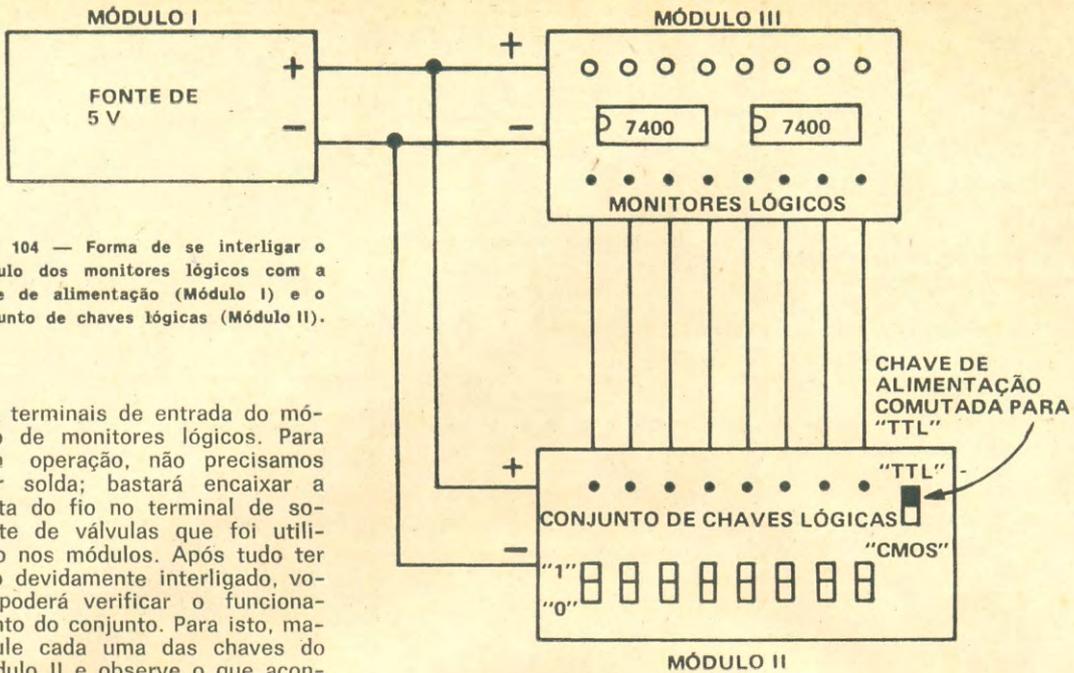


FIG. 104 — Forma de se interligar o módulo dos monitores lógicos com a fonte de alimentação (Módulo I) e o conjunto de chaves lógicas (Módulo II).

oito terminais de entrada do módulo de monitores lógicos. Para esta operação, não precisamos usar solda; bastará encaixar a ponta do fio no terminal de soquete de válvulas que foi utilizado nos módulos. Após tudo ter sido devidamente interligado, você poderá verificar o funcionamento do conjunto. Para isto, manipule cada uma das chaves do Módulo II e observe o que acontece com o "LED" correspondente no Módulo III. Se tudo estiver correto, quando a chave seletora de níveis lógicos for colocada na posição "1", o "LED" deverá acender; quando for colocada na posição "0", o "LED" deverá apagar.

É óbvio dizer que a finalidade destes módulos não é, simples-

mente, fazer acender e apagar diodos fotemissores. Isto destina-se apenas à verificação do funcionamento dos mesmos.

Futuramente você utilizará os módulos em diversas situações, sempre que precisar aplicar níveis lógicos "alto" e "baixo" a um determinado circuito e mo-

nitorar o que está acontecendo com o mesmo.

Agora, até o próximo mês, com o Módulo IV, onde descreveremos a montagem com dois mostradores de sete segmentos com entradas BCD.

000—0— (OR 1785)

(Continua no próximo número)

IDÉIAS PRÁTICAS

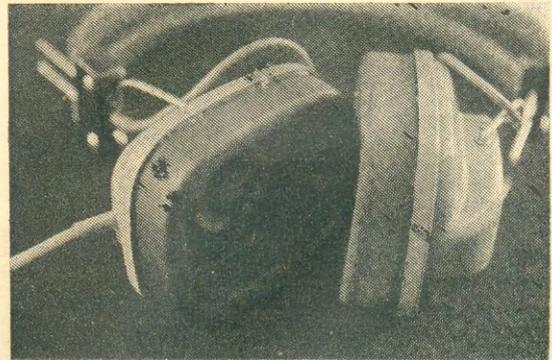
RECUPERANDO O FONE

MÁRIO J. O. TAVARES, PY5CDL

Uma das almofadas de nossos fones, depois de um acidente caseiro, ficou irremediavelmente destruída, levando-nos a estudar como fazer uma nova almofada.

Inicialmente retiramos cuidadosamente a almofada bca e efetuamos uma massa de gesso e água sobre um pedaço de madeira. Quando ela começou a adquirir uma certa consistência, pressionamos a almofada no gesso, esperando que o mesmo ficasse duro, após o que retiramos a almofada, ficando assim um molde perfeito no gesso.

Injetamos nesse molde borracha de silicone para vedação de pára-brisa de automóveis (vendida em bisnagas), deixando que curasse durante 6 horas, a partir do que retiramos cuidadosamente da fôrma a almofada fabricada, constatando que, apesar dos cuidados tomados, houvera formação de algumas bolhas.



Assim, injetamos nesses locais mais borracha de silicone e recolocamos a almofada fabricada no molde por, no mínimo, mais 6 horas. Depois de retirada, deixamos que ela descansasse ainda outras 6 horas, para uma cura perfeita, colando ambas as almofadas com a própria borracha de silicone aos fones. O resultado é o da foto.

o o o — o — (OR 1610)

O técnico brasileiro precisa dos anúncios da imprensa técnica para manter-se em dia com os produtos do mercado.

CONSTRUA UM LABORATÓRIO MODULAR PARA PRÁTICAS DIGITAIS

PARTE III*

PAULO BRITES



MÓDULO IV: DOIS MOSTRADORES DE SETE SEGMENTOS COM ENTRADAS BCD

MUITOS circuitos digitais apresentam a saída de dados em BCD ("Binary Coded Decimal" — Decimal Codificado em Binário).

Embora a leitura da informação em BCD não apresente, em princípio, dificuldades para aqueles que trabalham com sistemas digitais, algumas vezes dá-se preferência a uma leitura "direta" em forma decimal, pois ela, sem dúvida, é muito mais cômoda para quem, desde a infância, foi habituado a contar pelos dedos... e tem dez (bem, este é o meu caso!).

Desta forma, a solução é transformar, ou melhor, **decodificar** a informação BCD, para poder aplicá-la a um mostrador de diodos fotomissores do tipo "sete segmentos".

Por esta razão, decidimos incluir no **LAB Digital** um módulo com dois mostradores de sete segmentos e entradas BCD.

O circuito deste módulo é visto na Fig. 1, e, como se pode notar, é bastante simples. Consiste apenas em dois C.I. (iguais) da família TTL, o 7448, que têm a função de decodificadores de BCD para sete segmentos. Temos, também, os respectivos mostradores, ligados cada um deles a um C.I.

O C.I. 7448 foi escolhido pela simplificação que nos traz, uma vez que pode ser ligado diretamente ao mostrador, sem que seja necessário utilizar resistores limitadores de corrente. Caso empregássemos o 7447, teríamos que fazer duas modificações no nosso circuito: utilizar resistores limitadores para os mostradores e um mostrador de anodo comum, ao invés do catodo comum que foi empregado no nosso projeto.

Notamos, ainda, que as entradas A, B, C, D foram deixadas

abertas (sem ligação). Sendo assim, serão interpretadas pelo C.I. como recebendo nível alto e, de acordo com a lógica do mesmo, se tivermos $A = B = C = D = 1$, todos os segmentos do mostrador ficarão apagados.

Os pinos 3, 4 e 5 não serão utilizados nesta aplicação, mas deverão ser ligados ao +5 V através de resistores de 2,2 k Ω , pois, se forem acidentalmente levados à massa, causarão problemas.

MONTAGEM

A montagem do módulo IV continua seguindo as normas por nós adotadas para a construção do nosso LAB, ou seja, será realizada em uma placa de circuito impresso medindo 5 X 10 cm. Nas Figs. 2 e 3 apresentamos os detalhes para confecção da placa, e na Foto 1 podemos vê-la terminada.

LISTA DE MATERIAL

C.I.1, C.I.2 — 7448
M.D.1, M.D.2 — Mostrador ("display") de sete segmentos, "catodo comum" (FND560 ou equivalente)
R1 a R6 — 2,2 k Ω , 1/8 W, $\pm 10\%$
Plaqueta de circuito impresso (veja Fig. 2), dois soquetes para C.I. de dezesseis pinos em linha dupla, oito terminais obtidos de soquetes de válvulas, fio, solda, etc.

Falando de Componentes

Com mais informes sobre esta lista, no final deste número.

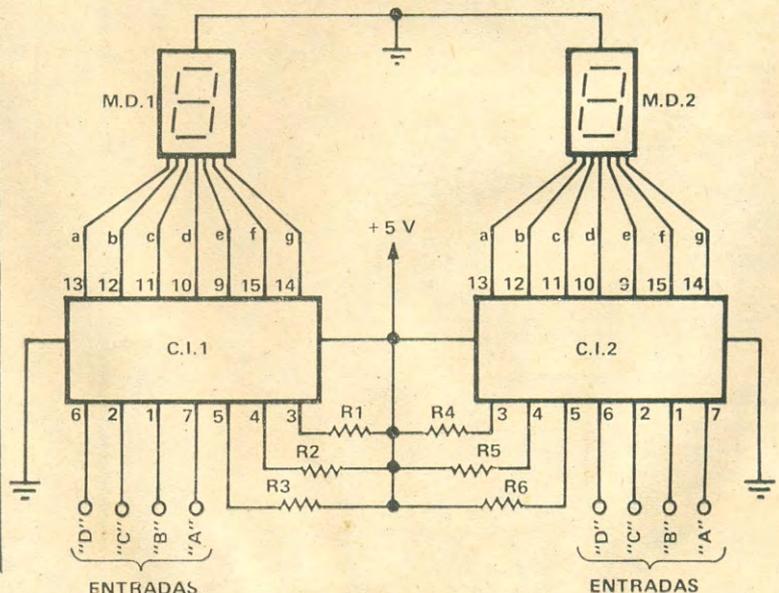


FIG. 1 — Diagrama esquemático dos mostradores de sete segmentos com entradas BCD, que constituem o Módulo IV do Laboratório para Práticas Digitais.

(*) Parte I — Antenna, vol. 86, nº 1, julho de 1981; parte II, vol. 86, nº 2, agosto de 1981.

O Autor remeteu-nos, para aferição, o aparelho. Os testes realizados em nosso Departamento Técnico demonstraram desempenho satisfatório, condizente com as características descritas no artigo.

Ora, este binário corresponde ao decimal 5, e, portanto, este deverá ser o número que aparecerá no mostrador.

Observe, porém, que, como temos quatro entradas para cada mostrador, pode-se escrever em binário até o número 15 correspondente em decimal, o que significa manter todas as quatro entradas em nível alto; neste caso, o mostrador ficará todo apagado.

Mas, o que acontecerá se você operar as chaves de modo a ter o binário 1101? Este binário corresponde ao decimal 12, que tem, portanto, dois dígitos em decimal e não pode ser representado com um só mostrador de sete segmentos (obviamente).

Expliquemos, então. No caso dos números de dois dígitos,

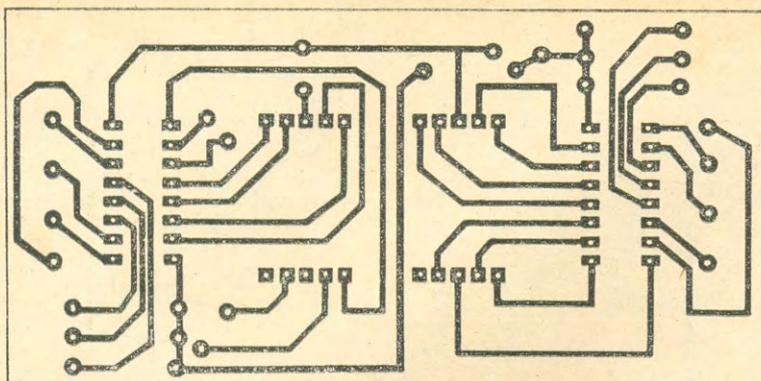


FIG. 2 — Desenho do circuito impresso para a montagem dos mostradores com entradas BCD.

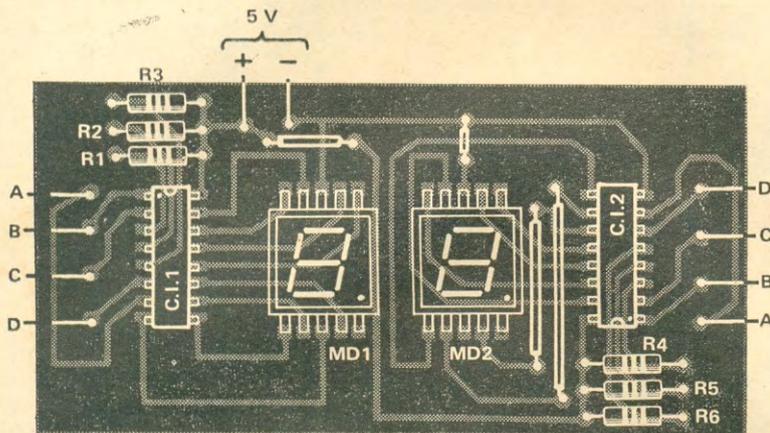


FIG. 3 — Arranjo dos componentes sobre a plaqueta de circuito impresso.

Nada de especial há nesta montagem, e, mais uma vez, sugerimos a utilização de suportes para os C.I., uma vez que, em se tratando de um módulo que será empregado em experiências, este fica bastante vulnerável a avarias. Assim, se acontecer "algo" com o C.I., fica bem mais fácil trocá-lo.

FUNCIONAMENTO

Para verificar o funcionamento do Módulo IV, você precisará interligá-lo ao Módulo I e ao Módulo II (fonte de alimentação e chaves lógicas, respectivamente).

Sigamos o diagrama de blocos que se acha representado na Fig. 4. Cada conjunto de quatro chaves lógicas do Módulo II alimenta um grupo de entradas do nosso Módulo IV. Assim, manipulando cada conjunto de chaves, você vai conseguir um determinado dígito no mostrador correspondente.

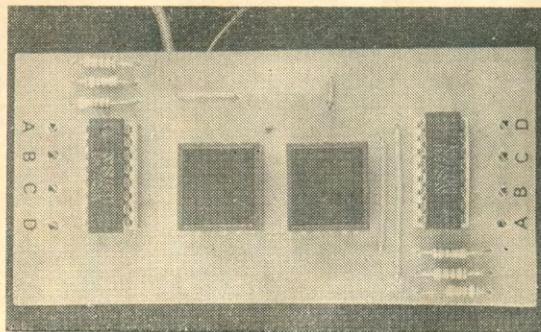
Por exemplo, suponhamos que a posição das chaves foi selecionada do seguinte modo:

$$A = 1, B = 0, C = 1, D = 0$$

TABELA I

DECIMAL	BINÁRIO				CARACTERE NO MOSTRADOR
	D	C	B	A	
10	1	0	1	0	⎵
11	1	0	1	1	⎶
12	1	1	0	0	⎵
13	1	1	0	1	⎶
14	1	1	1	0	⎵
15	1	1	1	1	SEGMENTOS APAGADOS

FOTO I — Aspecto da plaqueta de circuito impresso, do Módulo IV, já com os componentes a ela soldados.



ou seja, 10, 11, 12, 13, 14 e 15, o mostrador apresentará um caractere aparentemente estranho para representar estes números.

Na Tabela I apresentamos estes caracteres.

Finalmente, resta dizer que, para o teste definitivo de seu módulo, você deve operar as chaves de modo a obter os números de 0 a 15, e confirmar se estão aparecendo no mostrador. Caso alguns deles, ou todos, não apareçam, só há dois tipos de defeitos possíveis: o C.I. está com defeito, ou há alguma falha na montagem (solda mal feita, ou terminais em curto).

Agora, até o próximo mês, quando descreveremos o Módulo V: Duas Chaves Anti-Repique.

o o o — o — (OR 1879)

(Continua no próximo número)

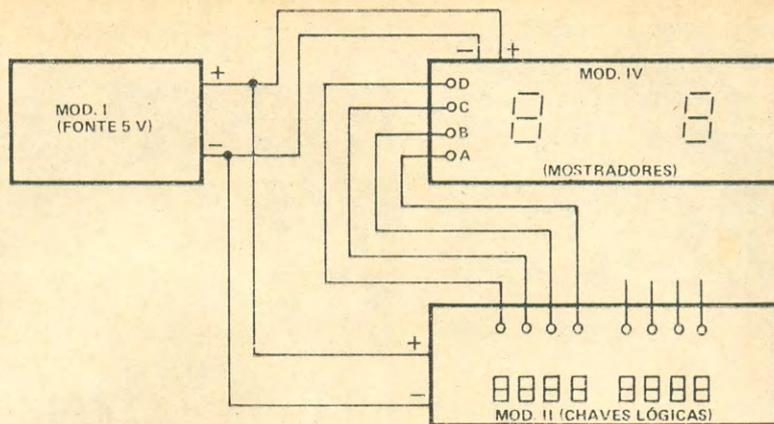


FIG. 4 — Interligações entre a fonte de alimentação (Módulo I), chaves lógicas (Módulo II) e os mostradores com entradas BCD (Módulo IV), para verificação do funcionamento deste último.

TRANSFORME UM "HOBBY" EM LUCROS

Se você lê esta revista mas não é profissional, aproveite suas horas vagas para, distraindo-se, ganhar dinheiro em consertos de rádios, TV, instalações de som, montagem de alarmas, ignições eletrônicas e muita coisa mais. Visite-nos ou escreva-nos para receber catálogos dos milhares de manuais econômicos em que você aprenderá tudo isso.

LOJAS DO LIVRO ELETRÔNICO

Loja Rio: Av. Mal. Floriano 148 — 1º ● Loja S. Paulo: R. Vitória 379/382
Correspondência: Caixa Postal 1131 — 20001 Rio de Janeiro, RJ

OS INSTRUMENTOS INDISPENSÁVEIS PARA TÉCNICOS DE TODOS OS GRAUS

Eficientes — Práticos — Portáteis — Alimentados a Pilha —
Garantem Perfeição e Rapidez em Consertos e Orçamentos

Gerador de RF de AM GRF-1

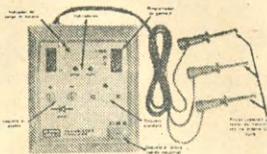
Consiste num gerador de RF com as frequências fundamentais de 465 kHz e 550 kHz. Para calibração das FI e das bobinas osciladoras e antena e dos trimmers.

Injetor de Sinais IS-2

Consiste num gerador de onda quadrada de 800 Hz. Pode ser usado em áudio (ajuste, conserto, detecção de falhas), em rádios e TV. A ponta fina de aço-cromo permite colocação em locais de difícil acesso.

Pesquisador de Sinais PS-2

Consiste num amplificador de áudio de alta sensibilidade e alta impedância de entrada. Capta sinais de baixo nível ou fracos e amplifica-os. Permite tomar-se sinais até de um fio encapado.



VERIFICADOR DE DIODOS E TRANSISTORES

O primeiro verificador de diodos e transistores que determina o estado do semicondutor e identifica sua polaridade no mesmo circuito, sem necessidade de dessoldá-los, assim como também permite fazê-lo fora do circuito.

À venda nas lojas do ramo



D. M. Eletrônica Ltda.

RUA CAMPEVAS, 86 — CASA 1 — FONE: 864-7561
C.E.P. 05016 — SÃO PAULO

CONSTRUA UM LABORATÓRIO MODULAR PARA PRÁTICAS DIGITAIS

PARTE IV*

PAULO BRITES



MÓDULO V: DUAS CHAVES ANTI-REPIQUE

DURANTE a realização de experiências com circuitos lógicos, muitas vezes precisamos de pulsos de curta duração, os chamados "pulsos de cadenciador" ("clock").

Nem sempre estamos interessados num trem de pulsos, mas apenas em um único pulso; é o caso, por exemplo, de se fazer um contador avançar um passo apenas na sua contagem, ou fazermos um flip-flop mudar de estado.

Entretanto, se tentarmos obter tais pulsos com uma simples chave "liga-desliga", levando-a de um nível alto para um baixo, e vice-versa, dependendo do que se precise, teremos o efeito indesejável do repique dos contatos durante o momento em que a chave for acionada.

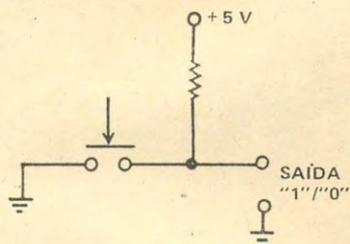


FIG. 1 — Circuito simples para a obtenção de pulsos de cadenciador para circuitos digitais. Tal arranjo, entretanto, padece do inconveniente do repique dos contatos do interruptor, conforme é descrito no texto.

Assim, uma chave comum, do tipo "liga-desliga" (Fig. 1), ao ser acionada apresentará na saída algo parecido com o que se vê na Fig. 2. Nota-se que, durante a passagem do nível alto para o baixo (chave sendo fechada), há um intervalo de "indecisão" que, certamente, na maioria das vezes será interpretado erroneamente

(*) Parte I — Antenna, vol. 86, nº 1, julho de 1981; Parte II, vol. 86, nº 2, agosto de 1981; parte III, vol. 86, nº 3, setembro de 1981.

FIG. 2 — Ao se pressionar o interruptor da Fig. 1, os contatos não são fechados de uma vez por todas, e sim ocorrem pulsos espúrios de curta duração, que irão provocar informações falsas ao circuito digital ao qual são aplicados.

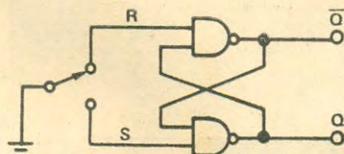
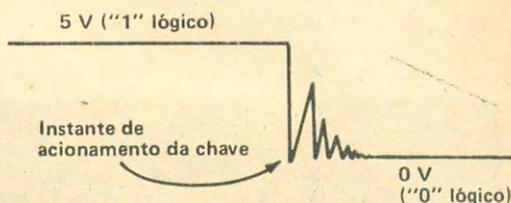


FIG. 3 — Circuito básico de uma das chaves anti-repique para o "Lab Digital".

pelo circuito lógico que está sendo excitado. Este efeito é conhecido como repique (em inglês, "bounce") e, como veremos, poderá ser eliminado através de um pequeno artifício.

A maneira mais comum de se obter chaves anti-repique é utilizando-se flip-flops do tipo RS. Estes circuitos, como sabemos,

apresentam duas saídas, Q e \bar{Q} : quando uma se encontra em estado alto, a outra apresenta estado baixo. A mudança de estado ocorrerá quando uma das entradas, R ou S , for ativada adequadamente (veja Antenna, junho de 1980, pág. 514 e seguintes).

Deste modo, utilizando-se as quatro portas "NE" de um C.I. 7400, formaremos dois flip-flops tipo RS, o que nos permitirá dotar nosso "Lab" de duas chaves anti-repique.

O circuito básico de nossa chave anti-repique se encontra na Fig. 3.

Como vemos, a entrada de reciclagem (R) fica normalmente ligada à massa através da chave de duas posições. Como se trata de um FF construído com portas "NE", ele é ativado ou reciclado com nível 0. Assim, se R está em 0, e S em 1, a saída \bar{Q} estará em 0, e Q em 1. Ao acionarmos a chave, S vai a "0", e R vai a

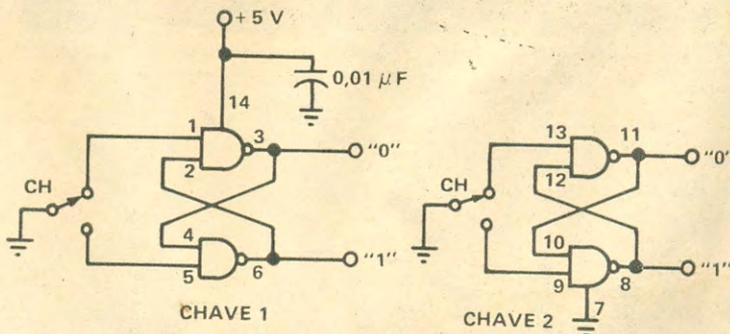


FIG. 4 — Circuito prático das duas chaves anti-repique. Foi usado um único C.I., o TTL 7400. O capacitor de desacoplamento é de poliéster metalizado, com isolamento de 250 V. A chave CH é um microinterruptor, conforme descrito no texto.

O Autor remeteu-nos, para aferição, o aparelho. Os testes realizados em nosso Departamento Técnico demonstraram desempenho satisfatório, condizente com as características descritas no artigo.

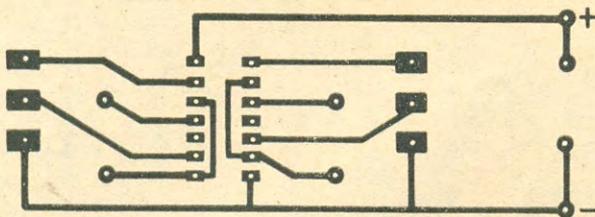


FIG. 5 — Desenho da face cobreada da plaqueta do Módulo V. Como nos demais, as dimensões são padronizadas em 5 X 10 cm. Recomenda-se usar uma plaqueta de fibra de vidro cobreada.

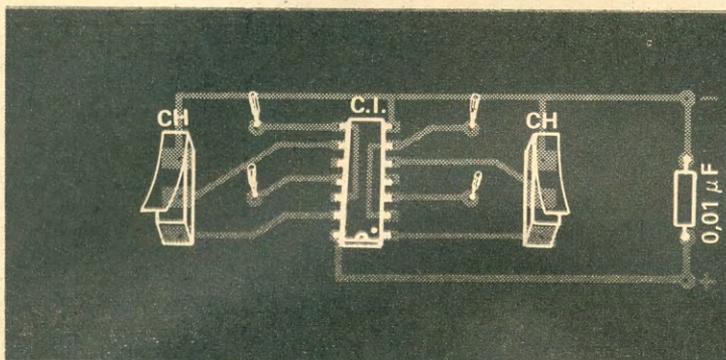


FIG. 6 — Disposição dos componentes sobre a plaqueta de circuito impresso.

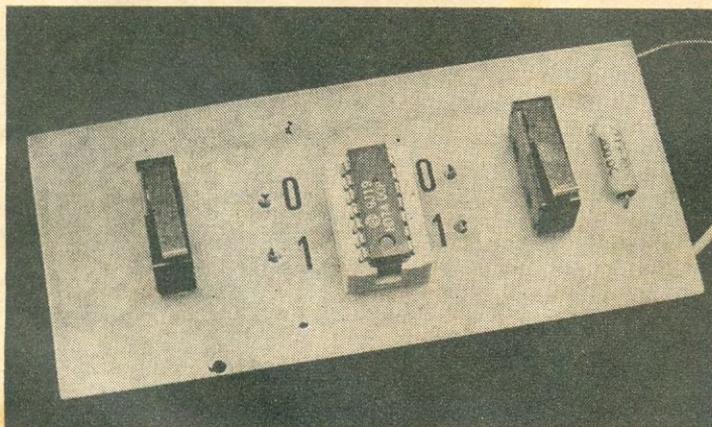


FOTO I — Aspecto da plaqueta de circuito impresso do Módulo V. Os dois microrruptores também ficaram soldados à plaqueta.

"1", o que significa dizer que o flip-flop muda de estado.

Visto como funciona o circuito, passaremos a analisar alguns detalhes de sua realização prática. Inicialmente, mostraremos o circuito completo de nossas duas chaves, com a indicação dos pinos do C.I. e suas respectivas ligações. Tudo isto pode ser visto na Fig. 4.

O único detalhe importante para construção destas chaves é

quanto ao tipo de chave mecânica que será utilizada para ativar e reciclar os flip-flops. É de suma importância que se utilize um microrruptor ("micro-switch"), e não uma chave "liga-desliga" comum, isto porque tais chaves têm acionamento muito demorado, o que poderia colocar o flip-flop numa condição não permitida, no instante em que suas duas entradas permanecem em nível alto.

Com exceção deste detalhe, nada mais de especial ou complicado há a ser considerado, pois, como se constata na Fig. 4, o circuito é extremamente simples (mas muito valioso), sendo formado apenas por dois microrruptores e um único C.I.

Quanto à montagem, seguiremos nossa padronização para esta série de módulos, tendo este, como os demais, sido montado em uma placa de circuito impresso de 5 X 10 cm, cujos desenhos estão nas Figs. 5 e 6. Na Foto I vemos como ficou a plaqueta após a montagem.

Terminada a montagem, só resta verificar se tudo está funcionando como o previsto.

Alimente o circuito com sua fonte de 5 V, já que o C.I. utilizado é um TTL. Para verificar se o módulo está funcionando, você pode utilizar o seu VOM. Para tal, coloque-o em um alcance capaz de medir aproximadamente 5 V C.C. Conecte a ponta negativa do VOM ao negativo do circuito, e deixe-a lá. Encoste a ponta positiva do VOM a um dos terminais de saída da chave: acionando o microrruptor, você notará a mudança de estado, observando o nível de tensão no VOM. Por exemplo, se o VOM estava indicando um nível lógico que corresponde a aproximadamente 0,2 V, ao acionar o microrruptor o VOM passará a ler, aproximadamente, 3,8 V, que corresponde a um nível alto. Este nível permanecerá até que você libere o microrruptor.

Verifique as demais entradas. Se alguma coisa não funcionar, só há duas explicações possíveis: ou o C.I. está defeituoso, ou existe alguma solda mal feita. Afinal, este circuito não tem outros componentes para acarretar problemas.

Agora, passemos à descrição do Módulo VI.



MÓDULO VI:

FUNTE SIMÉTRICA

Para o Módulo I, do laboratório, apresentamos uma fonte de 5 V regulados. Como vimos, aquela fonte destina-se basicamente à alimentação dos integrados da família TTL, embora possa também ser utilizada para experiências com CMOS, uma vez que estes dispositivos podem operar com tensões de alimentação entre 3 e 15 V.

Este mês, entretanto, iremos descrever a construção de uma fonte simétrica para ± 12 V, capaz de fornecer uma corrente máxima de 500 mA.

Estes tipos de fonte são de vital importância na realização de experiências com amplificadores operacionais.

O CIRCUITO

Uma fonte simétrica nada mais é que duas fontes, uma positiva e outra negativa interligadas de modo a oferecer um ponto de massa que constituirá a referência comum a ambas (0 V). A idéia geral deste tipo de fonte é vista na Fig. 7, onde utilizamos baterias para efeito de ilustração.

Notemos que as baterias são ligadas em série e o terminal comum, ou seja, o de 0 V, é tirado do ponto de ligação entre elas.

Na Fig. 8 apresentamos o circuito completo da nossa fonte simétrica.

Chamamos a atenção dos leitores para o fato de que, à primeira vista, pode parecer que utilizamos retificação em ponte. Mas, na verdade, não é este o caso. A retificação é em onda completa, com dois diodos. O que

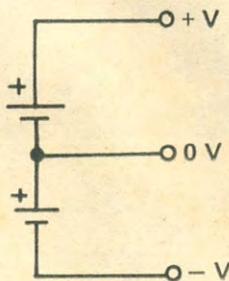


FIG. 7 — Circuito ilustrativo de uma fonte capaz de fornecer duas tensões simétricas e de polaridades opostas em relação a um ponto comum.

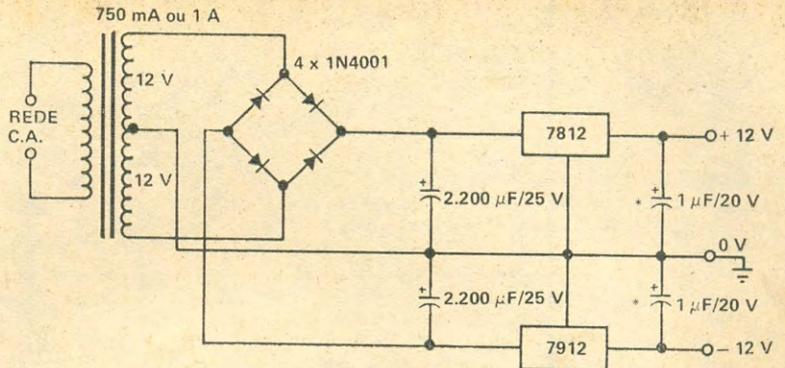


FIG. 8 — Circuito da fonte simétrica para o "Lab Digital", que pode fornecer + 12 V e - 12 V em relação à massa, sob uma corrente máxima de 1 A.

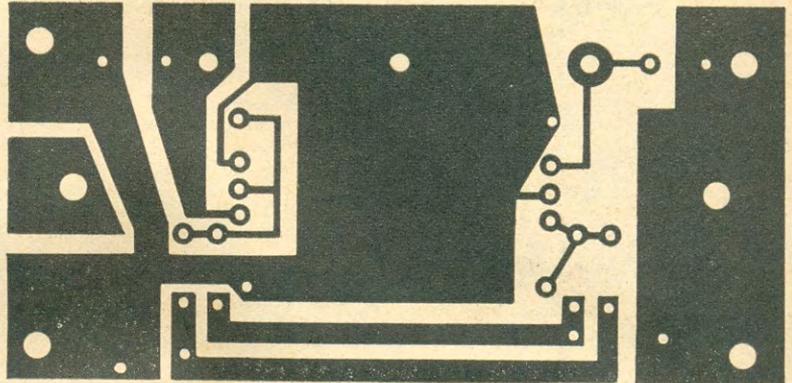


FIG. 9 — Face cobreada da plaqueta de circuito impresso para a fonte de ± 12 V do "Lab Digital". As dimensões são 5 X 10 cm.

ocorre é que são feitas duas retificações simultaneamente, uma de 12 V—0—12 V. Note, também, como os eletrolíticos se encontram ligados.

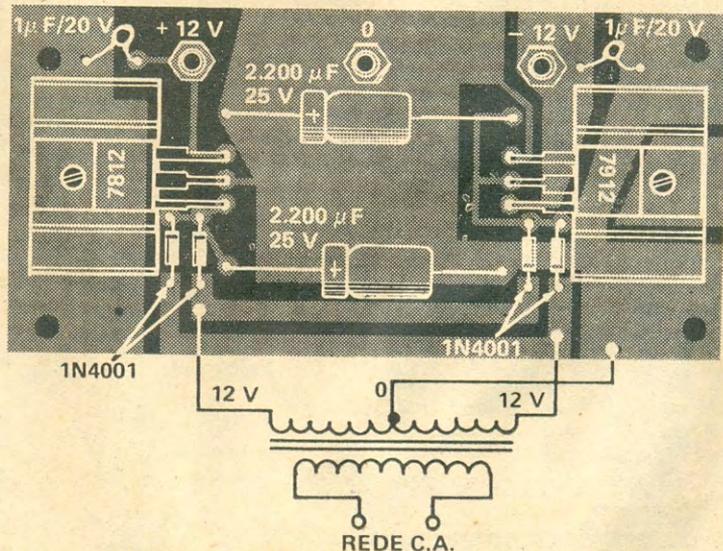


FIG. 10 — Os componentes da fonte simétrica, com exceção do transformador de alimentação, são assim dispostos sobre a plaqueta da Fig. 9. Observe que os reguladores integrados são fixados a dois pequenos dissipadores de calor.

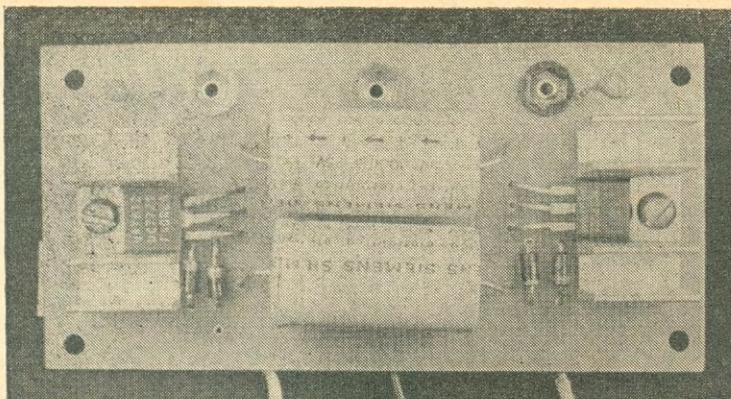


FOTO II — A fonte simétrica para o "Lab Digital" foi montada sobre uma plaqueta de fibra de vidro cobreada. Nesta plaqueta foram fixados três conectores para as saídas. O único componente que ficou fora da plaqueta foi o transformador de alimentação, devido a seu peso e dimensões.

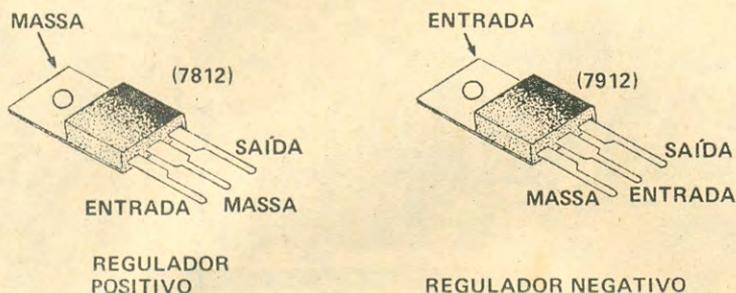


FIG. 11 — Função dos pinos dos integrados usados na fonte simétrica. Observe que, no C.I. regulador positivo (7812), o terminal central (que também é eletricamente ligado à parte metálica do invólucro) corresponde à massa, ou comum. Já no regulador negativo (7912), este mesmo terminal foi destinado à entrada.

Para completar a descrição de nossa fonte, resta dizer que foram utilizados dois reguladores de tensão integrados: um para a saída com tensão positiva (7812), e outro para a saída com tensão negativa (7912). Estes dois C.I. foram fixados a dissipadores de calor independentes.

MONTAGEM

Para a montagem de nossa fonte utilizamos uma placa de circuito impresso de 5 X 10 cm, como fizemos nos outros módulos. Todos os componentes, com exceção do transformador de alimentação, foram fixados na pla-

ca, cujos desenhos podem ser vistos nas Figs. 9 e 10. A Foto II mostra a plaqueta terminada.

Embora a montagem não tenha nada de crítica, chamamos a atenção sobre alguns pontos que devem ser olhados com cuidado. O primeiro deles é referente à polaridade dos eletrolíticos; repare que, na fonte com saída negativa em relação à massa, é o terminal positivo do eletrolítico que deverá ser ligado ao terminal comum, ou de massa.

O segundo ponto a considerar é quanto à função dos terminais dos reguladores de tensão, que é diferente em cada C.I. Na Fig. 11 mostramos estas diferenças. Note que a parte metálica do invólucro do C.I., no caso do regulador positivo (7812), é também ligada ao terminal central, que corresponde à massa. No regulador negativo (7912) este mesmo terminal corresponde à entrada de tensão não regulada. Entretanto, quem seguir a orientação das Figs. 9 e 10, que mostram o desenho da placa de circuito impresso e a disposição dos componentes sobre ela, não terá nenhum problema.

Finalmente, resta dizer que a fonte aqui apresentada não necessita de nenhum ajuste. Assim, terminada a montagem, basta conferi-la para ver se não houve nenhum erro, alimentar o primário do transformador com a tensão da rede C.A. e medir as tensões de saída em relação ao ponto comum.

Além de ser utilizada para as experiências com amp op, esta fonte será também utilizada para alimentar o Módulo XII, que apresentaremos posteriormente.

o o o — o — (OR 1880)







VEGA
MADE IN USSR

"VEGA" A CONCEPÇÃO MUITOS ANOS À FRENTE DA CONCORRÊNCIA.

CINE FOTO CENTER LTDA.

Praça Monte Castelo, 18, s/ 406 - Fones: 221-5368 e 224-4860 - CEP 20051
Rio de Janeiro - RJ.

CONSTRUA UM LABORATÓRIO MODULAR PARA PRÁTICAS DIGITAIS

PARTE V*

PAULO BRITES



MÓDULO VII: CONTADOR DIGITAL DE 0 a 99

PROSEGUINDO na construção do nosso Laboratório Digital, apresentaremos este mês o sétimo módulo da série; trata-se de um contador digital capaz de contar pulsos de 0 a 99.

Quem está acostumado a realizar circuitos digitais logo percebe a utilidade de um contador deste tipo. Por isso, não poderíamos deixar de incluí-lo em nosso LAB.

Temos aqui um circuito que, recebendo pulsos em onda quadrada, de amplitude conveniente, conta o número desses pulsos, e, ao chegar a 99, reinicia automaticamente a contagem. Nosso contador, entretanto, foi dotado de uma chave que permite inibir a contagem, além de outra que provoca seu reinício (reciclagem a zero). Há, ainda, uma terceira chave, que serve para verificar as condições do mostrador.

O CIRCUITO

Como um de nossos objetivos na realização deste LAB é o baixo custo, além de compacidade e versatilidade, optamos pelo C.I. 4033, um integrado da família CMOS. Como já foi estudado no "Para o Fichário do Experimentador" de novembro de 1980, este C.I., que é um contador decimal, tem a vantagem de dispensar o decodificador BCD para sete segmentos (externo), pois já o possui internamente, o que permite ligar o contador diretamente ao mostrador de LED, de sete segmentos. Por outro lado, já que cada contador conta no máximo até 10, foram utilizados dois C.I., permitindo, assim, expandir a contagem até 99.

A alimentação do Módulo VII será feita com 5 V, aproveitando-

se o Módulo I desta série. Neste caso, um nível alto de 3,5 V será suficiente para excitar o nosso contador.

O circuito completo do contador pode ser visto na Fig. 1, e, como se nota, nenhum componente individual foi utilizado, sendo tudo feito pelos integrados.

Observe a interligação entre os dois C.I.: o sinal entra no integrado que conta as unidades e, então, através do pino 5 deste C.I., passa, já dividido por 10, ao pino 1 do seguinte, que será encarregado da contagem das dezenas.

Quanto aos mostradores, devemos utilizar os do tipo "catodo comum"; o nosso protótipo empregou dois FND560, e apresentou bons resultados.

LISTA DE MATERIAL

- C.I.1, C.I.2 — CD4033
- M.D.1, M.D.2 — Mostradores de sete segmentos tipo FND560 ou equivalente ("catodo comum")
- CH1 a CH3 — Chaves de um pólo e duas posições, tipo "H-H" miniatura
- Dois suportes para C.I. de dezesseis pinos (optativo), plaqueta de circuito impresso, fio, solda, etc.



Com mais informes sobre esta lista, no final deste número.

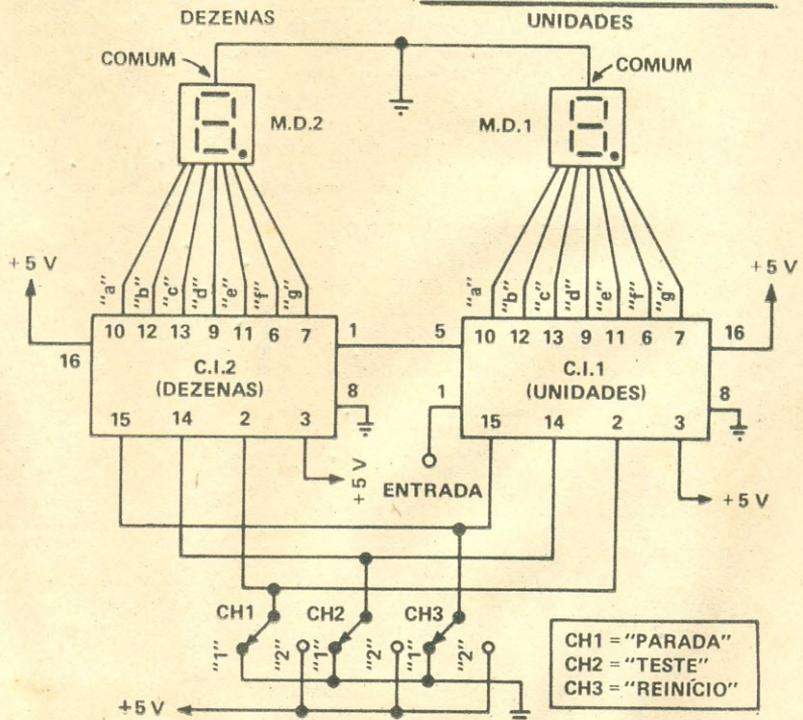


FIG. 1 — Diagrama esquemático do Contador Digital de 0 a 99, que constitui o Módulo VII do Laboratório Digital apresentado nesta série de artigos.

(*) Parte I: Antenna, vol. 86, nº 1, julho de 1981; parte II: vol. 86, nº 2, agosto de 1981; parte III: vol. 86, nº 3, setembro de 1981; parte IV: vol. 86, nº 4, outubro de 1981.

O Autor remeteu-nos, para aferição, o aparelho. Os testes realizados em nosso Departamento Técnico demonstraram desempenho satisfatório, condizente com as características descritas no artigo.

MONTAGEM

Obedecendo sempre ao critério por nós estabelecido, os componentes foram montados em uma placa de circuito impresso medindo 5 X 10 cm. O desenho para a confecção da mesma, bem como o posicionamento dos componentes sobre ela, está nas Figs. 2 e 3, respectivamente.

Chamamos a atenção do leitor para o fato de que, infelizmente, foi necessário utilizar uma quantidade razoável de fios de ligação entre pontos da plaqueta, caso contrário teríamos que adotar uma placa de circuito impresso de dupla face. Entretanto, rejeitamos esta hipótese, porque a construção de placas de dupla face é relativamente mais trabalhosa, e talvez desencorajasse o leitor, motivo pelo qual preferimos ficar com a "deselegância" dos fios de ligação. Na Foto I vemos como ficou a plaqueta do Módulo VII.

TESTANDO O CIRCUITO

Terminada a montagem, certifique-se de que está tudo correto (isto é muito importante, em vista do grande número de fios de ligação na plaqueta). Só então alimente o Módulo com auxílio da "Fonte de 5 V" que você já deverá ter montado por esta ocasião.

Não aplique sinal à entrada do módulo por enquanto; vamos testar primeiro o funcionamento das chaves. Começemos pela marcada com a inscrição "TESTE" (CH2). Leve-a para a posição "2" (as outras duas devem estar na posição "1"). Isto faz com que o pino 14 dos dois C.I. receba nível alto, e assim os dois mostradores deverão indicar "88", mostrando que todos os segmentos estão funcionando. Caso isto não aconteça, duas hipóteses são

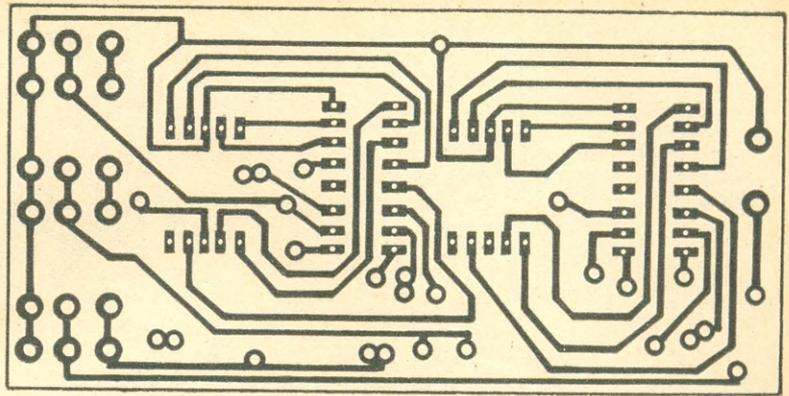


FIG. 2 — Desenho da face cobreada da plaqueta de circuito impresso que, como nos demais módulos do LAB Digital, mede 5 X 10 cm.

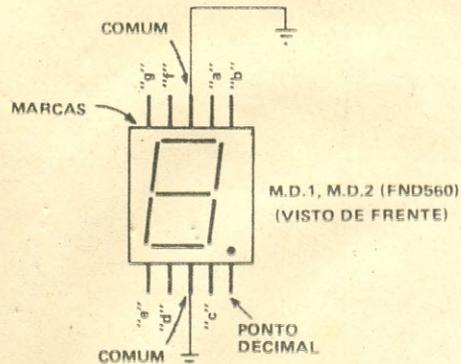
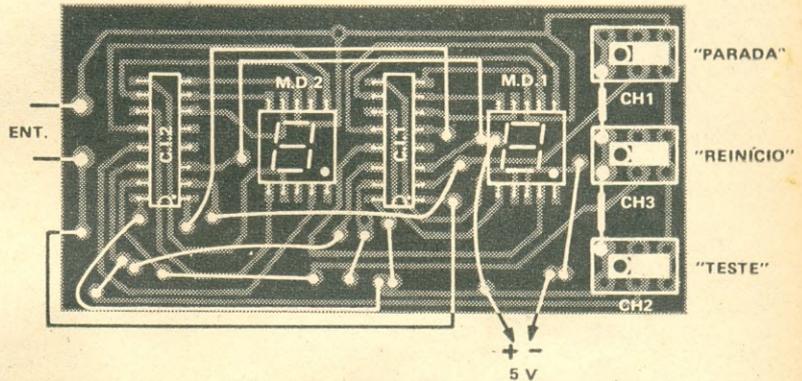


FIG. 3 — Arranjo dos componentes sobre a plaqueta da Fig. 2.

possíveis: 1ª) há segmento (s) danificado(s); 2ª) há ligações de fios na plaqueta erradas.

Outro teste que podemos efetuar é levar a chave CH3 ("REINÍCIO") para a posição "2" (as outras duas, agora, devem estar na posição "1"); os mostradores deverão indicar "00". Finalmente, para verificar a contagem, coloque as três chaves na posição "1" e ligue o Módulo V (chaves anti-ripique) à entrada do contador. A cada toque na chave você estará introduzindo um pulso no contador, o que deverá ser

indicado no mostrador. Ao atingir 99, a contagem será reiniciada automaticamente, isto é, teremos novamente 00, 01, 02, e assim por diante, até atingir 99.

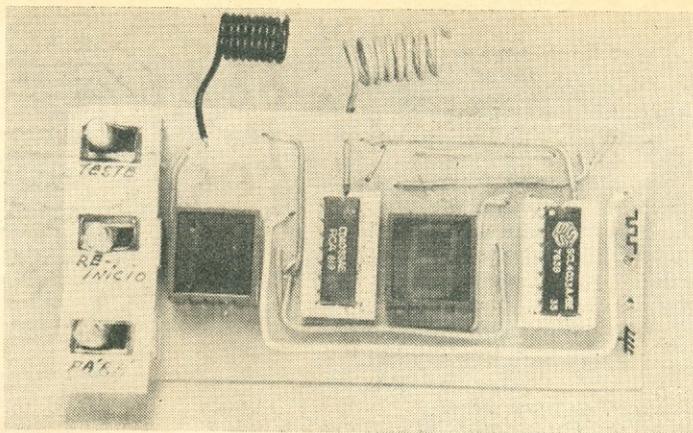
Experimente, agora, levar a chave CH1 ("PARADA") para a posição "2", e você verá que a contagem fica inibida, ou seja, mesmo que você continue introduzindo pulsos com auxílio da chave anti-ripique, a última indicação do mostrador não muda.

Note, também, que levando a chave CH3 para a posição "2", e retornando-a para a sua posição

de repouso ("1"), a última leitura é apagada, e o mostrador passa a indicar "00", mostrando, assim, que está pronto para reiniciar a contagem.

Estes são os testes preliminares para verificar o funcionamento do seu contador. Mais uma etapa vencida. Agora, é só partir para a montagem do próximo módulo.

FOTO I — Aspecto da plaqueta do Módulo VII, que é um contador digital até 99.



MÓDULO VIII: SEIS CIRCUITOS INVERSORES

Este é, sem dúvida, um dos módulos mais simples do nosso LAB; entretanto, ele foi incluído porque muitas vezes precisamos de um ou mais inversores durante a realização de uma experiência com circuitos lógicos.

Certamente podemos com rapidez obter um desses circuitos sobre a plaqueta de montagens experimentais onde estamos testando nossa "invenção". Mas, muitas vezes o espaço já está tão reduzido, que não há lugar para

mais nada. Assim, o módulo dos inversores irá facilitar bastante a tarefa do projetista-experimentador.

O CIRCUITO

A descrição do circuito não ocupa mais do que duas linhas. Na verdade, o Módulo VIII é composto de um único C.I. da família TTL: o 7404. O circuito em questão, mostrado na Fig. 101, nada mais é do que o próprio C.I., que deve ser alimentado com a nossa fonte de 5 V (Módulo I).

MONTAGEM

A montagem é bastante simples, o que é uma consequência do próprio circuito, pois este não tem nada de especial. Temos apenas que colocar o C.I. e fazer as ligações que vão de seus pinos aos terminais de entrada e saída da plaqueta. Estes terminais foram obtidos de pinos de soquetes de válvulas, como descrevemos nas outras montagens.

As Figs. 102 e 103 mostram o desenho da placa de circuito impresso e a disposição dos componentes sobre a face isolante desta, respectivamente. A Foto II mostra como ficou a plaqueta.

TESTANDO O CIRCUITO

Para verificar se o circuito dos inversores está funcionando corretamente, você poderá utilizar diodos fotomissores (LED). Na Fig. 104 mostramos como você deve ligar os LED aos inversores.

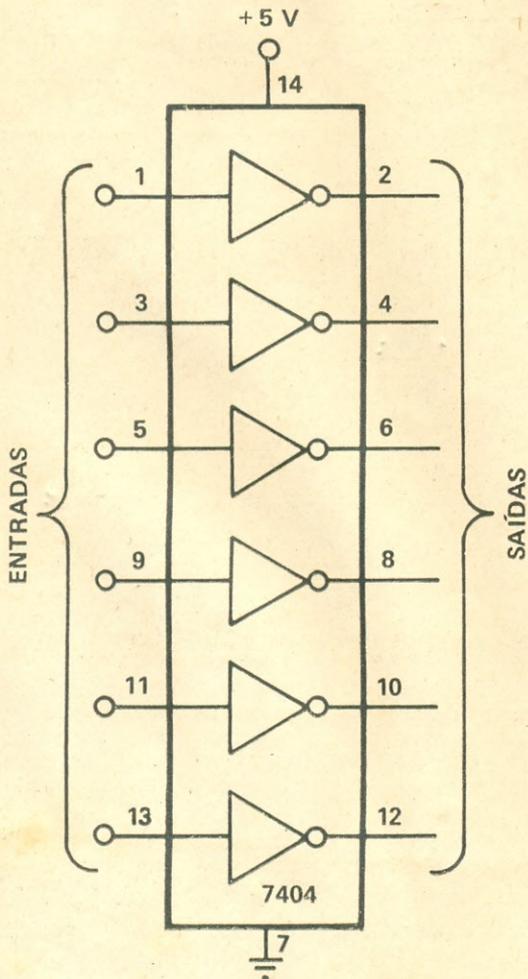


FIG. 101 — O Módulo VIII do LAB Digital é um conjunto de seis circuitos inversores contidos em um único C.I. 7404.

Da maneira indicada, se a entrada estiver aberta (sem ligação) ou for ligada ao + 5 V da fonte, o LED correspondente deverá acender. Isto porque, se temos um nível alto na entrada do inversor, a saída fica "baixa" e, da maneira como o LED foi ligado, ele irá conduzir, e, portanto, emitirá luz.

Levando-se a entrada do inversor à massa, o LED apagará porque agora temos catodo e anodo em nível alto. Portanto, o LED não conduzirá.

Se estas experiências não derem certo, só há três possibili-

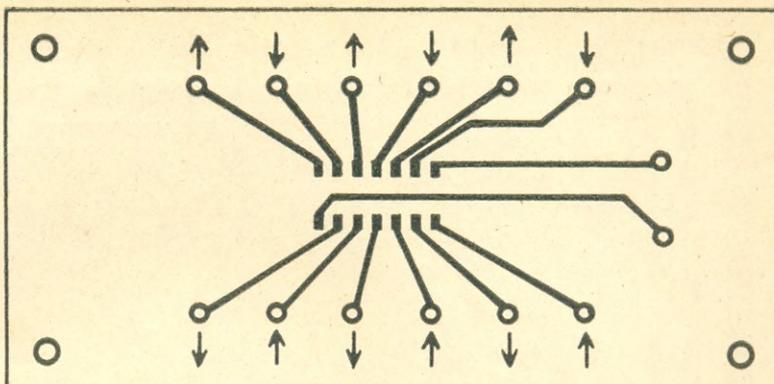


FIG. 102 — Desenho da face cobreada da plaqueta do Módulo VIII, que mede 5 X 10 cm.

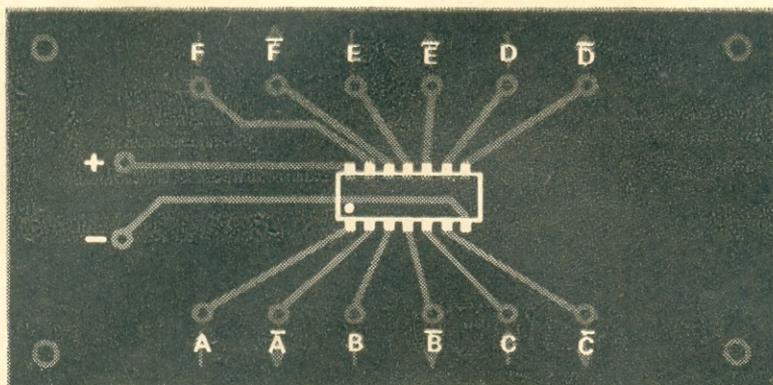


FIG. 103 — Unicamente o C.I. 7404 fica sobre a plaqueta da Fig. 102. Os terminais de entrada e saída dos seis inversores foram obtidos de um soquete para válvulas.

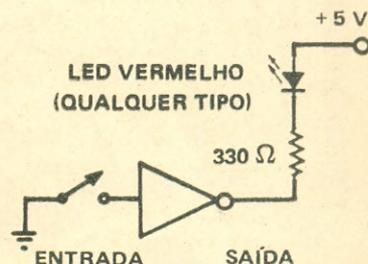


FIG. 104 — Arranjo, usando um LED vermelho comum e um resistor de 330 Ω, 1/2 W, para verificar o funcionamento do Módulo VIII. O teste deve ser feito em cada um dos seis inversores do C.I. 7404.

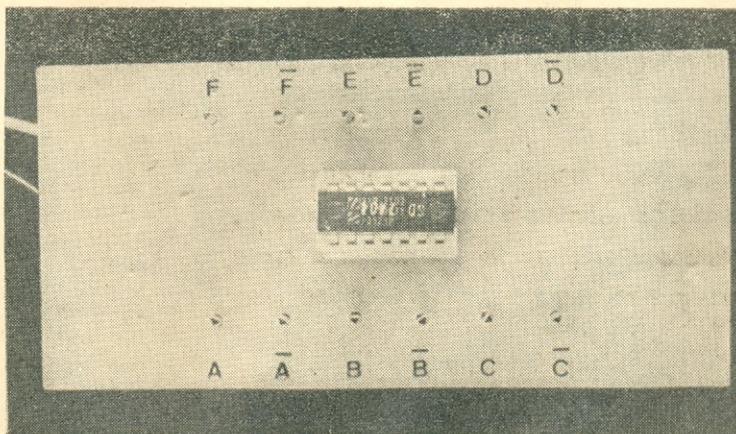
FOTO II — Aspecto da plaqueta do Módulo VIII para o LAB Digital.

dades: a montagem está errada (será possível?); o integrado está com defeito e, finalmente, o LED está danificado.

Ah! Espere um pouco! Você não se esqueceu de alimentar o módulo com 5 V, esqueceu?

(Continua no próximo número)

o o o — o — (OR 1920)



ENCADERNE SUAS COLEÇÕES DE ANTENA

Cada volume de **Antena** é um verdadeiro livro, de grande utilidade para o técnico. Graças ao índice geral publicado no último fascículo, e ao sistema de numeração corrida por volume, a consulta se torna fácil, e o leitor pode encontrar a qualquer momento aquilo que é do seu interesse, quer se trate de artigo, montagem ou idéia prática.

Após encadernar sua coleção, certamente você só terá a lamentar o não ter feito isto há mais tempo.

CONSTRUA UM LABORATÓRIO MODULAR PARA PRÁTICAS DIGITAIS

PARTE VI* PAULO BRITES



MÓDULO IX: UM GERADOR DE ONDAS QUADRADAS

NAS experiências com circuitos lógicos ou digitais, em diversas ocasiões, necessitamos de sinais com formas de onda, tais como a quadrada, para servir de cadenciador ("clock") para os circuitos que estamos projetando ou experimentando. Sendo assim, equipamos nosso LAB com este módulo, que nos fornecerá tal tipo de forma de onda.

A unidade a ser construída este mês nos fornecerá uma onda quadrada cuja frequência poderá ser variada desde **0,5 Hz** até **80 kHz**, aproximadamente. No próximo mês apresentaremos um outro tipo de gerador de pulsos, que permite variar a largura dos mesmos.

O CIRCUITO

Como nosso objetivo é o de construir módulos bem simples, funcionais e baratos, optamos por um oscilador astável construído com um único C.I. da família CMOS.

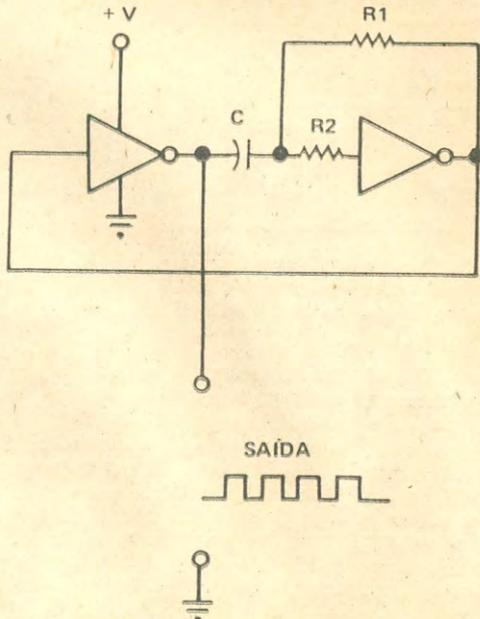


FIG. 1 — Circuito de um multivibrador astável básico, a partir de dois inversores.

É bem verdade que muitas são as opções para se conseguir gerar uma onda quadrada. Entretanto, esta foi, finalmente, escolhida por cair dentro da filosofia deste nosso trabalho, isto é, simplicidade e baixo custo.

Na Fig. 1 apresentamos o circuito básico de um multivibrador (MV) astável formado a partir de dois inversores. Para execução prática do nosso circuito usamos o CMOS 4049, que contém seis inversores, dos quais apenas três foram utilizados; isto por que, em se tratando de CMOS, não há muito com que se preocupar no que diz respeito à fonte de alimentação; como sabemos, "qualquer" fonte capaz de fornecer tensões entre 3 e 15 V poderá ser utilizada.

Para se calcular a frequência de oscilação deste circuito (Fig. 1), utiliza-se a seguinte fórmula:

$$f = \frac{1}{2,2 R1 C}$$

sendo F em kHz, R em kΩ e C em μF.

O resistor R1 poderá variar entre 3 kΩ e 5 MΩ, enquanto o valor de C pode estar entre 50 pF e 10 μF.

Todavia, observamos que, para valores de C inferiores a 1.000 pF, o valor da frequência de oscilação difere ligeiramente do fornecido pela equação.

Na Fig. 2 temos um gráfico que ajuda a encontrar rapidamente o valor da frequência em função de R1 e C; note que o espaçamento entre as curvas de C = 1.000 pF e C = 100 pF é um pouco diferente dos demais,

(*) Parte I — Antenna, vol. 86, nº 1, julho de 1981; parte II, vol. 86, nº 2, agosto de 1981; parte III, vol. 86, nº 3, setembro de 1981; parte IV, vol. 86, nº 4, outubro de 1981; parte V, vol. 86, nº 5, novembro de 1981.

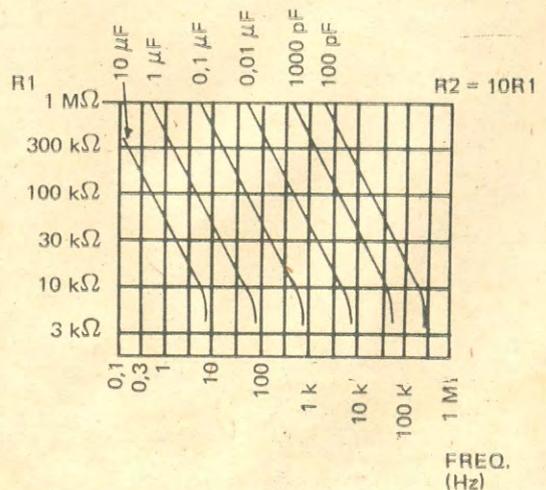


FIG. 2 — Gráfico relacionando a frequência gerada pelo oscilador da Fig. 1 em função de diversos valores de R1 e C.

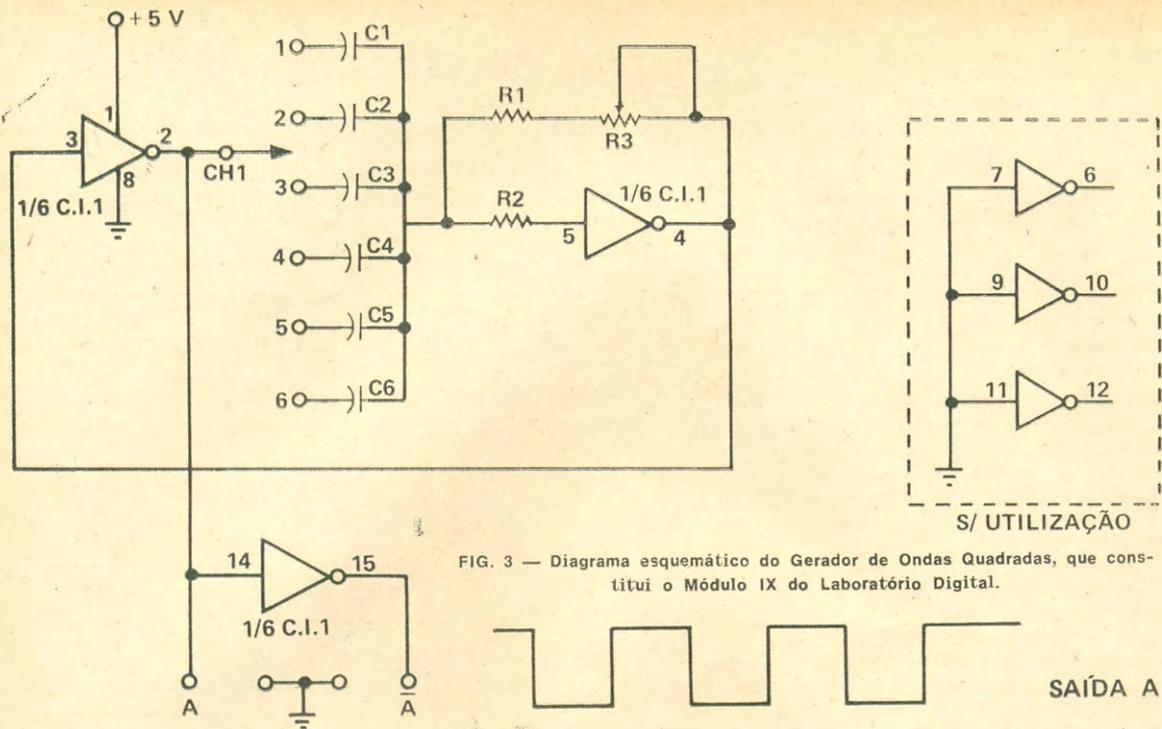


FIG. 3 — Diagrama esquemático do Gerador de Ondas Quadradas, que constitui o Módulo IX do Laboratório Digital.

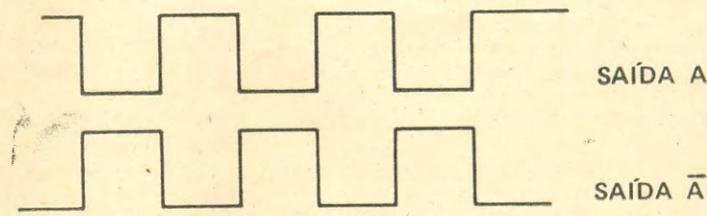


FIG. 4 — Sinais obtidos nas saídas A e A-bar do Gerador de Ondas Quadradas.

LISTA DE MATERIAL

Circuito Integrado

C.I.1 — CD4049

Resistores

- R1 — 8,2 kΩ, 1/4 W, ± 10%
- R2 — 330 kΩ, 1/4 W, ± 10%
- R3 — 22 kΩ, potenciômetro linear

Capacitores

- C1 — 10 μF, 12 V, eletrolítico
- C2 — 1 μF, 12 V, eletrolítico
- C3 — 0,1 μF, 250 V, poliéster metalizado
- C4 — 0,01 μF, 250 V, poliéster metalizado
- C5 — 0,001 μF, 50 V, cerâmica, disco
- C6 — 100 pF, 50 V, cerâmica, disco

Diversos

- CH1 — Chave de um pólo e seis posições
- Plaqueta de circuito impresso, soquete para C.I. de dezesseis pinos, fio, solda, etc.



Com mais informes sobre esta lista, no final deste número.

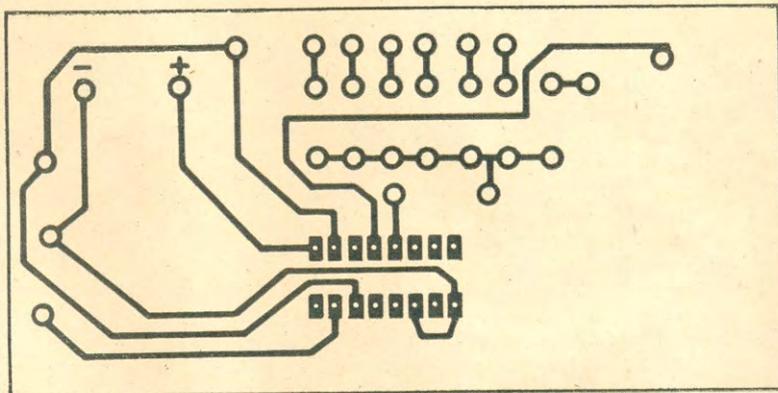


FIG. 5 — Face cobreada da plaqueta de circuito impresso para a montagem do Gerador de Ondas Quadradas. Como nos demais módulos do LAB Digital, suas dimensões foram padronizadas em 5 X 10 cm.

isto porque, abaixo de 1.000 pF a frequência é, como dissemos, ligeiramente diferente da calculada.

Quanto a R2, este resistor deverá ser dez vezes maior do que R1, e sua função é evitar o "carregamento" da malha RC pelos diodos de proteção de entrada do integrado CMOS. Estes diodos causam o arredondamento dos cantos da onda quadrada.

(Este efeito é reduzido, ou até mesmo eliminado, quando é utilizado um CMOS da série B, em lugar de um da série A.)

O circuito definitivo do gerador de ondas quadradas está na Fig. 3. Nota-se que R1 foi substituído por um resistor de 8,2 kΩ (R1) em série com um potenciômetro linear de 22 kΩ (R3).

Para o capacitor C, pode-se escolher seis valores diferentes

O Autor remeteu-nos, para aferição, o aparelho. Os testes realizados em nosso Departamento Técnico demonstraram desempenho satisfatório, condizente com as características descritas no artigo.

(C1 a C6) através de uma chave de um pólo e seis posições.

Assim, com o auxílio do potenciômetro, variamos a frequência do sinal gerado, dentro de uma pequena faixa, e, com o auxílio da chave CH1, pode-se multiplicar (ou dividir) esta faixa por 10. É claro que este multiplicador dependerá da precisão dos valores dos capacitores e, por isso, é conveniente — embora não obrigatório — selecionar os capacitores para valores os mais próximos possível do nominal (N.A.1).

Finalmente, como havia inversores disponíveis em nosso C.I., resolvemos dotar o gerador de duas saídas, sendo uma o simétrico da outra. Note que a saída principal (A) foi aplicada a um inversor, e temos, assim, dois sinais em ondas quadradas com o aspecto mostrado na Fig. 4.

MONTAGEM

Feitas as considerações teóricas sobre o circuito, só nos resta, agora, partir para a execução prática do mesmo.

A montagem deste gerador ficará simplificada pela utilização de uma plaqueta de circuito impresso confeccionada de acordo com a orientação das Figs. 5 e 6. A Foto I mostra a plaqueta completamente montada.

Todos os componentes foram colocados na placa de circuito impresso, inclusive a chave CH1 e o potenciômetro R1. Para interligar estes componentes ao circuito, utilizamos pequenos pedaços de fio, como vemos na Foto II. Chamamos a atenção para o

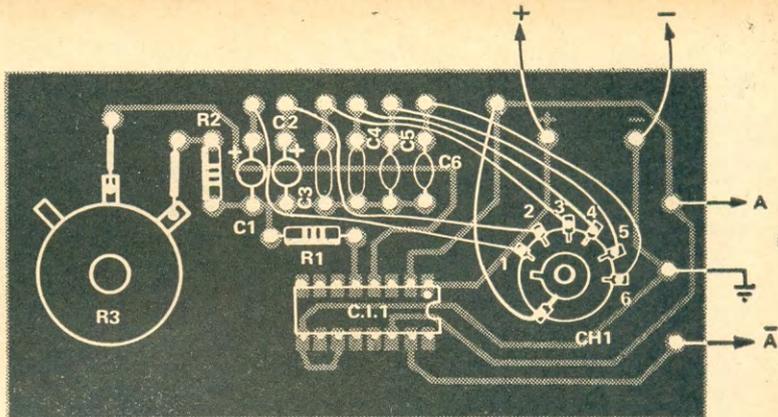


FIG. 6 — Situação dos componentes sobre a plaqueta de circuito impresso, na qual são montados, inclusive, o potenciômetro e a chave rotativa.

FOTO I — Plaqueta do Gerador de Ondas Quadradas, vista pela face dos componentes.

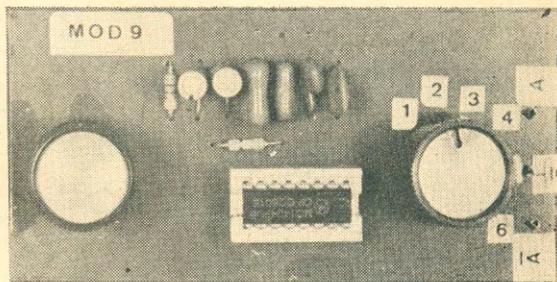
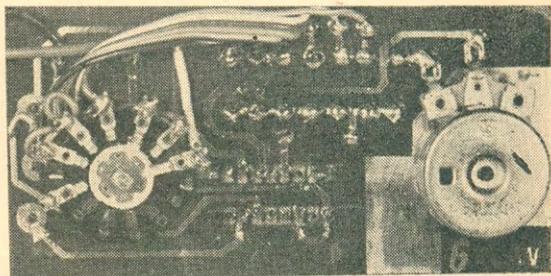


FOTO II — Aspecto da plaqueta de circuito impresso do Gerador de Ondas Quadradas, vista pela face cobreada.



fato de que, na montagem, as entradas das portas sem utilização devem ser ligadas à massa.

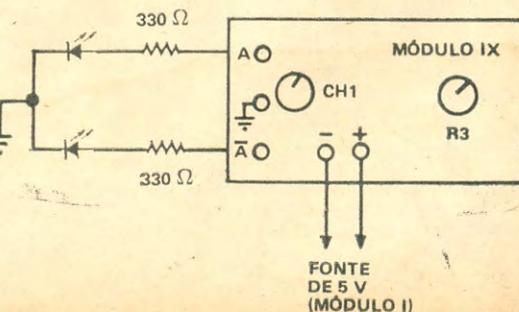
TESTANDO O CIRCUITO

Ligue o circuito ao Módulo I (Fonte de Alimentação de 5 V).

Como não há nenhum ajuste a fazer, após ser montado e alimentado, o circuito deverá estar funcionando. Para verificar isto, o ideal é contar-se com um osciloscópio; entretanto, quem não o possuir poderá utilizar dois LED para "quebrar o galho". É claro que, neste caso, você não irá ver a forma de onda do sinal obtido,

mas poderá perceber se o circuito está oscilando ou não. A Fig. 7 mostra como devemos proceder. Comute a chave para uma posição que dê a frequência mais baixa e observe o piscar dos LED; como as saídas são simétricas, você notará que quando um dos diodos está aceso, o outro fica apagado. Varie a posição do cursor do potenciômetro e você irá verificar que a cadência com que os LED piscam também variará. Se estiver tudo "OK", é só começar a utilizar o Módulo IX em suas experiências, e esperar até mês que vem, quando apresentaremos o Módulo X. o o o — o — (OR 1943)

FIG. 7 — Arranjo para se provar o funcionamento do Gerador de Ondas Quadradas. O circuito é alimentado com 5 V, usando-se o Módulo I, e, em suas saídas colocam-se dois diodos fotemissores com seus respectivos resistores de limitação de corrente.



N.A.1 — Em nosso protótipo não selecionamos os capacitores, e assim conseguimos as seguintes faixas de frequência, as quais foram confirmadas com o auxílio de um freqüencímetro:

- 1ª) C = 10 μ F: 0,5 Hz a 20 Hz;
- 2ª) C = 1 μ F: 11 Hz a 38 Hz;
- 3ª) C = 0,1 μ F: 160 Hz a 546 Hz;
- 4ª) C = 0,01 μ F: 1,33 kHz a 4,22 kHz;
- 5ª) C = 0,001 μ F: 20 kHz a 42 kHz;
- 6ª) C = 100 pF: 49 kHz a 80 kHz.

CONSTRUA UM LABORATÓRIO MODULAR PARA PRÁTICAS DIGITAIS

PARTE VII*

PAULO BRITES



MÓDULO X: UM GERADOR DE PULSOS COM LARGURA VARIÁVEL

EM certas experiências com circuitos lógicos pode-se necessitar de um sinal com forma de onda retangular, cuja simetria possa ser variada. Neste caso, o Módulo IX (Gerador de Ondas Quadradas) não servirá, pois ele nos fornece uma onda quadrada perfeitamente simétrica (ou quase), cuja frequência, como vimos, pode ser variada de 0,5 a 80 kHz.

O módulo deste mês nos fornecerá uma forma de onda de frequência constante, mas cuja simetria poderá ser variada. Assim, atuando-se no potenciômetro que controla a simetria, ou largura dos pulsos, pode-se conseguir formas de onda que variam entre dois extremos, como se vê na Fig. 1.

O CIRCUITO

Para construir este gerador de pulsos com largura variável utilizamos um oscilador astável, modificado, a partir de um C.I. 555. Na Fig. 2 temos o circuito completo, que é, sem dúvida, bastante simples. Observe que a inclusão dos diodos D1 e D2 entre os pinos 6 e 7 do 555 permite que se tenha caminhos diferentes para a carga e descarga do capacitor C1.

Para quem gosta de "curtir" umas continhas, damos a fórmula que permite calcular a frequência da forma de onda obtida com este circuito. Ei-la:

$$f = \frac{1}{(R_A + R_B + R_C) C}$$

sendo R em kΩ, C em μF, e f em kHz. R_C corresponde à soma de R₁ + R₂.

Por sua vez, a simetria, ou o ciclo ativo ("duty cycle"), pode-

rá ser calculada com o auxílio da seguinte expressão:

$$D = \frac{R_B}{R_A + R_B} \%$$

Utilizando as fórmulas acima você poderá constatar que o circuito com os valores apresentados fornece uma forma de onda cuja frequência é de, aproximadamente, 1 kHz, e cujo ciclo ativo pode ser variado entre 0,01% e 99,9%.

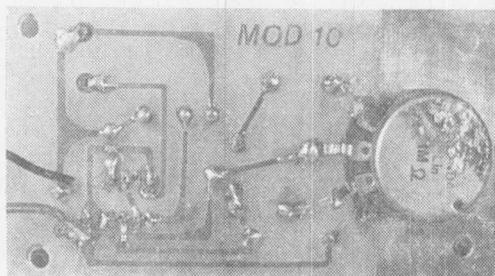


FOTO 1 — Aspecto da face cobreada da plaqueta de circuito impresso do Módulo X. O potenciômetro R3 teve seus terminais diretamente soldados aos filetes de cobre da plaqueta.

FIG. 1 — O sinal produzido pelo Gerador de Pulsos com Largura Variável poderá apresentar as duas formas de onda acima, com o potenciômetro ajustado em um ou outro extremo.

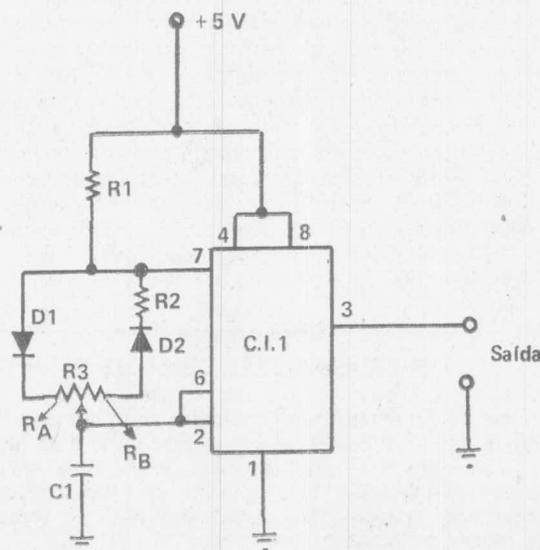
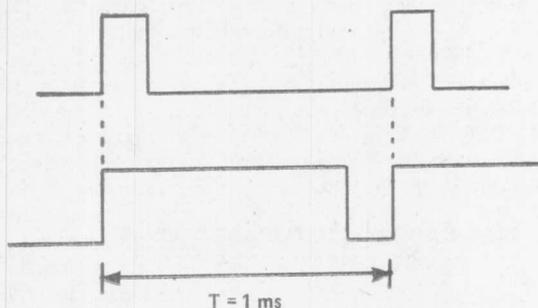


Fig. 2 — Diagrama esquemático do Gerador de Pulsos com Largura Variável, que constitui o décimo módulo do Laboratório Digital, objeto desta série de artigos.

(*) Partes I a VI: Antena, vol. 86, nºs 1 a 6, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 1981.

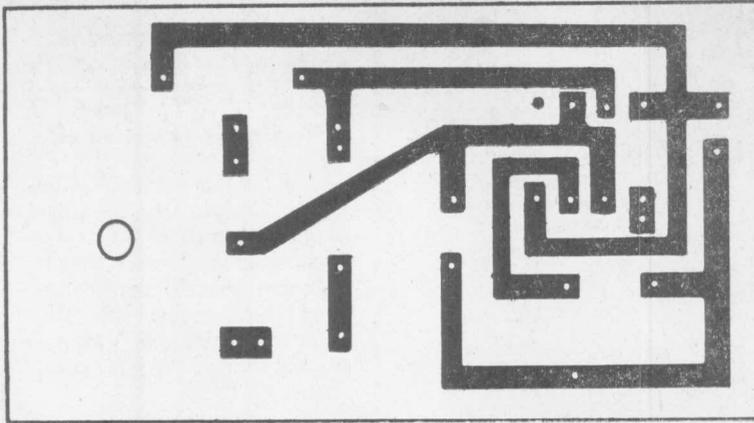


FIG. 3 — Desenho da face cobreada da plaqueta de circuito impresso para a montagem do Módulo X.

MONTAGEM

A montagem não oferece nenhuma dificuldade, bastando seguir a orientação fornecida pelas Figs. 3 e 4, que nos mostram o desenho da plaqueta de circuito impresso, e como devem ficar os componentes sobre ela. Seguindo a nossa "convenção", a plaqueta de circuito impresso terá as dimensões de 5 X 10 cm. Note que todos os componentes, inclusive o potenciômetro, foram montados na placa.

No mais, é seguir a orientação fornecida para a montagem dos módulos anteriores.

TESTANDO O CIRCUITO

Após a montagem e a certeza de que está tudo certo, alimente o módulo com 5 V, o que poderá ser feito utilizando o Módulo I.

Para uma verificação adequada deste circuito, o melhor seria analisar a forma de onda gerada com o auxílio de um osciloscópio. Assim, poder-se-ia observar a variação na largura do pulso em cada posição do potenciômetro.

Entretanto, na ausência deste, pode-se lançar mão de um

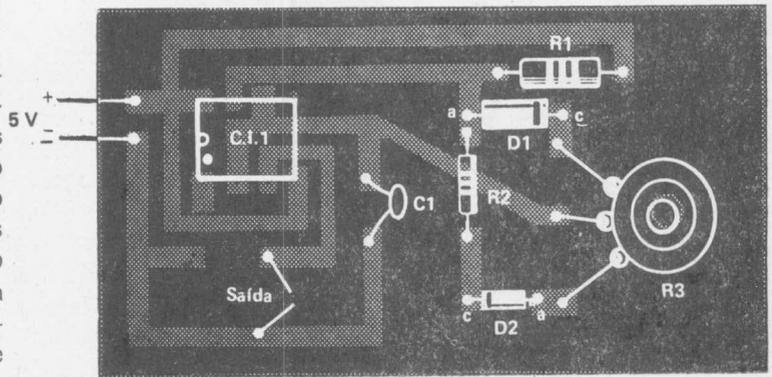


FIG. 4 — Situação dos componentes sobre a plaqueta de circuito impresso, onde até o potenciômetro R3 é fixado.

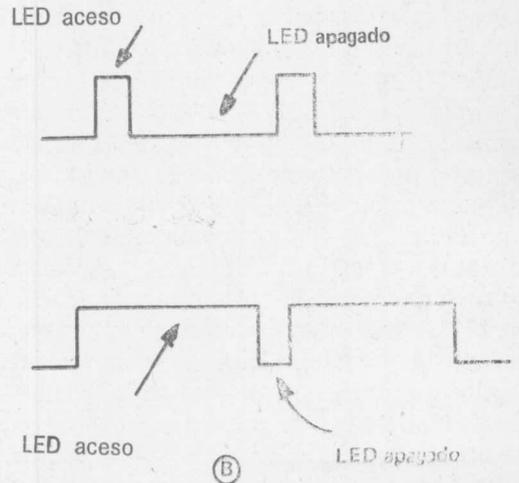
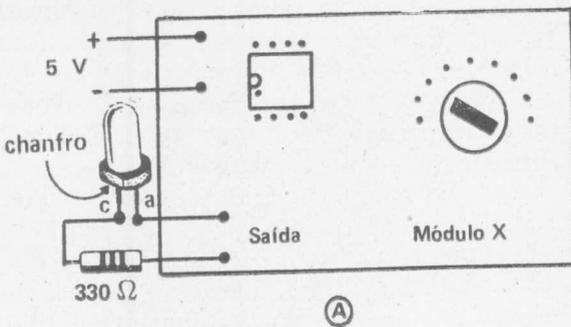


FIG. 5 — a) arranjo para se verificar o funcionamento do Módulo X usando um "LED"; b) os dois gráficos ilustram condições extremas no ajuste do potenciômetro R3, em que o tempo durante o qual o "LED" se mantém aceso varia entre o mínimo e o máximo.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

C.I.1 — 555
D1, D2 — 1N914

Resistores

R1, R2 — 1 kΩ, 1/8 W, ± 5%
R3 — 1 MΩ, potenciômetro linear

Capacitor

C1 — 0,001 μF, 250 V, poliéster metalizado (ou cerâmica, disco)

Diversos

Plaqueta de circuito impresso metálico 5 X 10 cm; um soquete

para C.I. de oito pinos, fio, solda, etc.

Falando de Componentes

Com mais informes sobre esta lista, no final deste número.

CONSTRUA UM LABORATÓRIO MODULAR PARA PRÁTICAS DIGITAIS

PARTE VIII*

PAULO BRITES



MÓDULO XI: UM GERADOR DE ONDAS SENOIDAIS

CHECAMOS ao penúltimo módulo do nosso Lab Digital, o de número 11, que, de acordo com a programação apresentada no primeiro artigo desta série, é um gerador de onda senoidal. Trata-se, sem dúvida, de um instrumento sempre útil na bancada do técnico e do experimentador.

Como sabemos, diversas são as maneiras de se gerar uma onda senoidal, o que, a princípio, nos deixou em dúvida quanto ao circuito que deveríamos escolher para realizar esta tarefa. Um fato que não poderia ser esquecido é que, fosse qual fosse o circuito adotado, o mesmo deveria ser bem simples, de modo a manter o custo o mais baixo possível e permitir a montagem em uma placa de 5 X 10 cm, conforme o que havíamos convencionado no início desta série.

Assim, tendo em mente estes princípios, terminamos por adotar um circuito clássico, como base do nosso projeto, e que na sua versão original utiliza dois amp op. Entretanto, queremos ressaltar que tal circuito serviu apenas de base, pois, na verdade, como veremos mais adiante, o circuito final foi construído com inversores CMOS, e não com os amp op da versão clássica.

Começemos por analisar a configuração básica do circuito que nos serviu de "inspiração", a qual aparece na Fig. 1. Como veremos, trata-se de um circuito capaz de gerar uma onda quadrada e uma triangular, através da integração da primeira.

Ora, e onde está a senóide?

Eis que esta parece ser realmente uma pergunta cabível, pois dissemos no início do artigo que íamos construir um gerador de ondas senoidais. Na verdade, a

senóide será conseguida através de um artifício que veremos mais adiante.

Ocorre que, ao utilizarmos este circuito, acabamos ganhando "de quebra" uma onda triangular e uma quadrada, além da senóide... **é claro!**

Para começar, vejamos como funciona nosso circuito básico da Fig. 1.

A onda quadrada é gerada por A1, R2, R e C; esta é, então, integrada pelo circuito integrador formado por A2, R e C, que, assim, transforma a onda quadrada em uma triangular. A frequência do sinal gerado pode ser calculada pela fórmula:

$$F = \frac{1}{4RC} \left(\frac{R2}{R1} \right)$$

Vejamos, agora, na Fig. 2, qual foi o artifício utilizado para

se chegar até a onda senoidal. Nesta figura observa-se que a onda triangular foi aplicada a um circuito simples, formado por dois diodos em antiparalelo. Assim, as "pontas" da onda triangular serão "arredondadas" graças à curva característica dos diodos; finalmente, para melhorar o aspecto da senóide obtida por este expediente, colocamos um resistor de 5,6 kΩ em paralelo com a saída, servindo-lhe de carga.

CIRCUITO DEFINITIVO

Em nosso circuito final resolvemos não utilizar amp op, porque isto exigiria uma fonte de alimentação de dupla tensão simétrica e, embora esta fonte se ache presente em nosso LAB, isto traria um pouco de complicação caso algum leitor desejasse utilizar este módulo para uma outra aplicação.

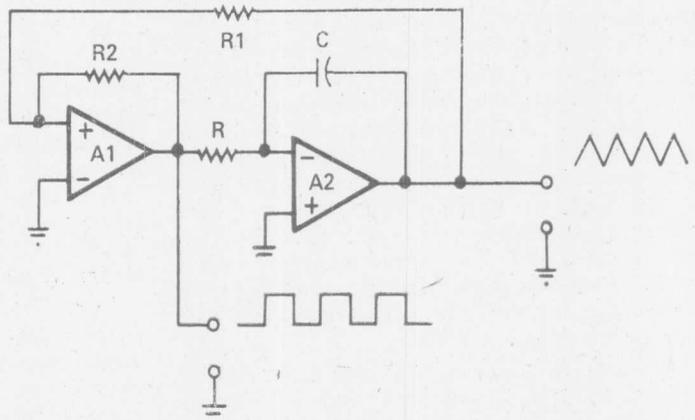


FIG. 1 — Circuito básico de um gerador de ondas quadradas e triangulares, utilizando dois amplificadores operacionais.

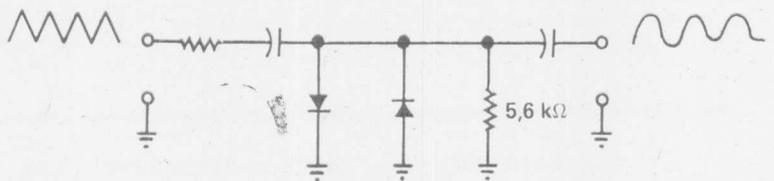


FIG. 2 — Circuito que permite, a partir de ondas triangulares, obter ondas senoidais quase perfeitas.

(*) Partes I a VI: **Antena**, vol. 86, nos 1 a 6, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 1981; parte VII: **Antena**, vol. 87, nº 1, jan./fev. de 1982.

ERRATA. VER PAG. 84/2º ABRIL 82

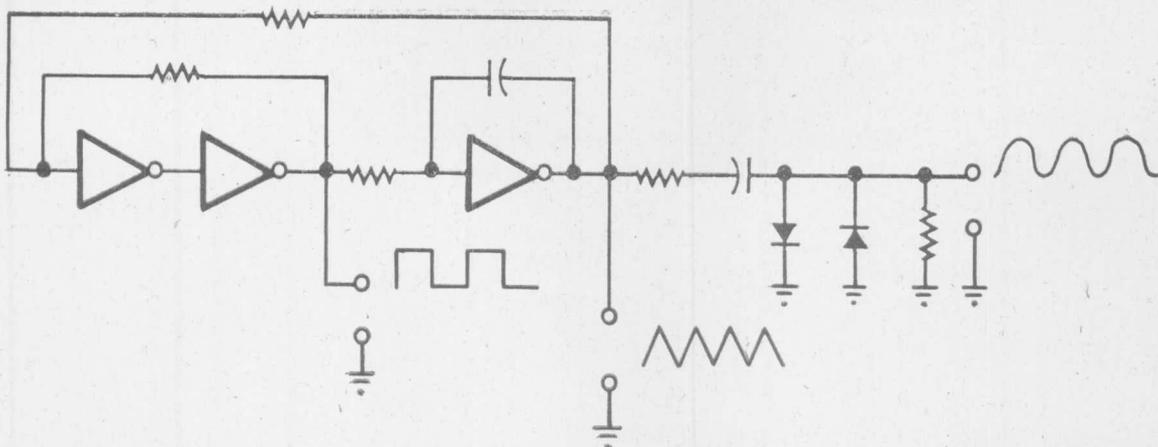


FIG. 3 — Variante do circuito da Fig. 1, em que os amplificadores operacionais foram substituídos por inversoras, e onde incluiu-se o circuito da Fig. 2 para a obtenção das ondas senoidais.

Surgiu, então, a idéia de empregar portas inversoras CMOS, que poderiam funcionar a contento, e que trariam a vantagem de solicitar pouca corrente da fonte (no protótipo a corrente medida não chegou a 2 mA). Além disso, observando o circuito básico da Fig. 1, notamos que somente A2 funciona como inversor. Portanto, em nosso circuito definitivo, A1 deveria ser substituído por dois inversores em série. Logo, iríamos precisar de três inversores ao todo.

De posse de todas estas idéias, redesenhamos o circuito, que tomou o aspecto visto na Fig. 3. Entretanto, algumas coisas ainda precisavam ser acrescentadas a ele, tais como um controle de freqüência, um controle de nível, um ajuste de simetria e outro de distorção.

Juntando tudo isto, obtivemos finalmente o circuito que é visto na Fig. 4, no qual utilizamos o CD4007, aproveitando a configuração que nos permite conseguir com ele três inversores (ver "Para o Fichário do Experimentador" em *Antenna*, vol. 83, nº 4, abril de 1980).

Como vemos na Fig. 4, foi acrescentado ao circuito final um estágio de saída constituído por um transistor n-p-n em emissor comum, proporcionando, assim, baixa impedância de saída. Quanto ao capacitor C8, ligado em paralelo com o resistor de polarização de base (R11), este tem por finalidade remover uma oscilação espúria que apareceu no protótipo, e que modulava o sinal de saída.

Outra observação é com relação à chave CH1, que serve para mudar a faixa de operação; notamos que tal chave tem seis posições, e apenas cinco capacitores foram ligados a ela; isto porque,

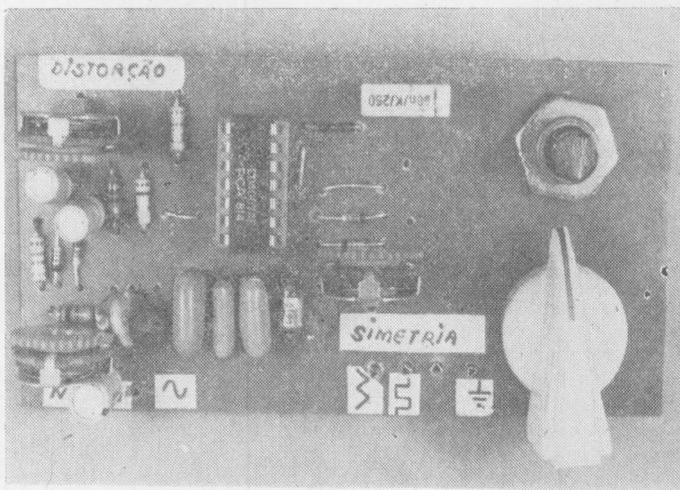


FOTO I — Aspecto da face não cobreada da plaqueta de circuito impresso do Gerador de Ondas Senoidais.

para sexta posição, que corresponderá à de freqüências mais altas, o valor do capacitor deveria ser da ordem de 1 pF e, portanto, o simples espaço entre os terminais da chave já é suficiente para atuar como um capacitor com este valor.

MONTAGEM

A montagem definitiva foi feita em uma placa de circuito impresso de 5 X 10 cm, na qual foram clobocados todos os componentes, embora com um pouquinho de aperto.

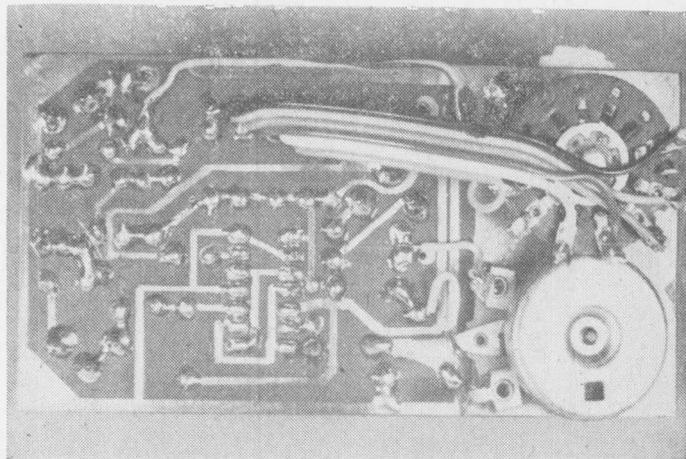


FOTO II — Na face cobreada da plaqueta foram instalados a chave CH1 e o potenciômetro R3.

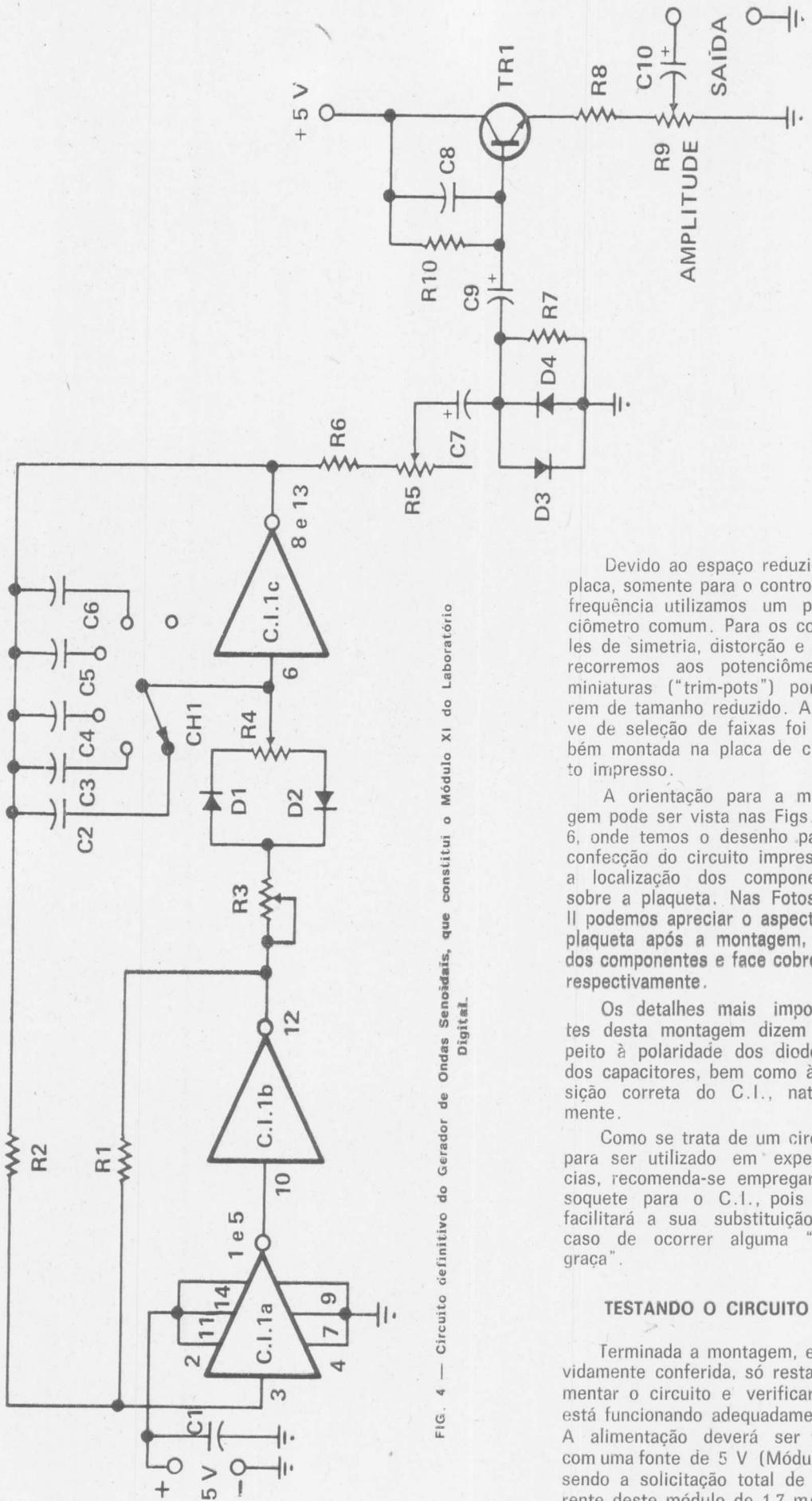


FIG. 4 — Circuito definitivo do Gerador de Ondas Senoidais, que constitui o Módulo XI do Laboratório Digital.

Devido ao espaço reduzido da placa, somente para o controle de frequência utilizamos um potenciômetro comum. Para os controles de simetria, distorção e nível recorremos aos potenciômetros-miniaturas ("trim-pots") por serem de tamanho reduzido. A chave de seleção de faixas foi também montada na placa de circuito impresso.

A orientação para a montagem pode ser vista nas Figs. 5 e 6, onde temos o desenho para a confecção do circuito impresso e a localização dos componentes sobre a plaqueta. Nas Fotos I e II podemos apreciar o aspecto da plaqueta após a montagem, face dos componentes e face cobreada, respectivamente.

Os detalhes mais importantes desta montagem dizem respeito à polaridade dos diodos e dos capacitores, bem como à posição correta do C.I., naturalmente.

Como se trata de um circuito para ser utilizado em experiências, recomenda-se empregar um soquete para o C.I., pois este facilitará a sua substituição no caso de ocorrer alguma "desgraça".

TESTANDO O CIRCUITO

Terminada a montagem, e devidamente conferida, só resta alimentar o circuito e verificar se está funcionando adequadamente. A alimentação deverá ser feita com uma fonte de 5 V (Módulo I), sendo a solicitação total de corrente deste módulo de 1,7 mA.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

C.I.1 — CD4007
 TR1 — BC239 ou equivalente
 D1 a D4 — 1N4148, 1N914
 ou equivalentes

Resistores (1/4 W, $\pm 10\%$)

R1 — 220 k Ω
 R2 — 100 k Ω
 R3 — 2,2 M Ω , potenciômetro
 linear
 R4 — 2,2 M Ω , potenciômetro-
 miniatura ("trim-pot")
 R5 — 1 k Ω , potenciômetro-
 miniatura ("trim-pot")
 R6, R8 — 100 Ω
 R7 — 5,6 k Ω
 R9 — 1 k Ω , potenciômetro-
 miniatura ("trim-pot")
 R10 — 22 k Ω

Capacitores

C1, C2 — 0,1 μ F, 250 V,
 poliéster metalizado
 C3 — 0,01 μ F, 250 V,
 poliéster metalizado
 C4 — 0,001 μ F, 250 V,
 poliéster metalizado
 C5 — 100 pF, 50 V, Styroflex
 C6 — 10 pF, 100 V, cerâmica,
 disco
 C7, C9 — 10 μ F, 12 V, eletrolítico
 C8 — 470 pF, 100 V, cerâmica,
 disco
 C10 — 33 μ F, 12 V, eletrolítico

Diversos

CH1 — Chave de um pólo e
 seis posições
 Plaqueta de circuito impresso,
 fio, solda, etc.

Falando
de
Componentes

Com mais informes sobre esta
 lista, no final deste número.

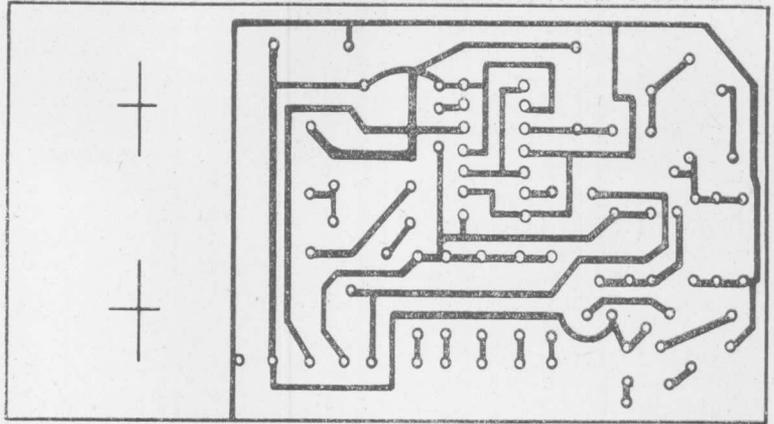


FIG. 5 — Desenho do circuito impresso para a montagem do Gerador de Ondas Senoidais. A plaqueta mede 5 x 10 cm.

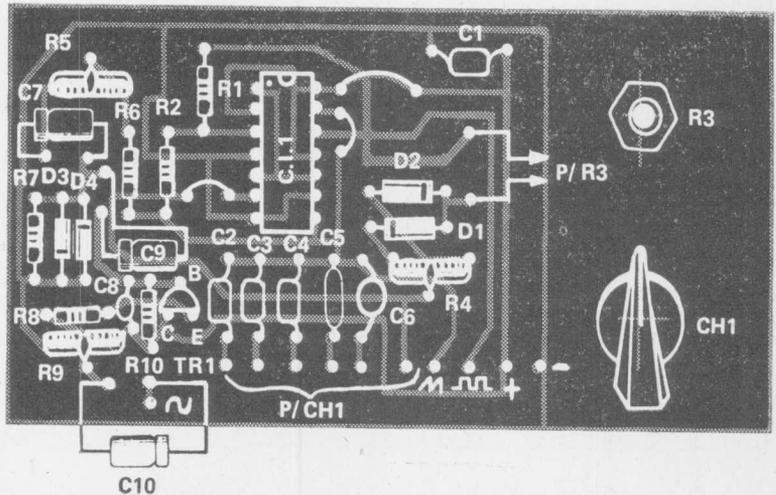


FIG. 6 — Situação dos componentes sobre a plaqueta da Fig. 5.

TABELA I

POSIÇÃO DE CH1	C (μ F)	FAIXA DE FREQ.
1	0,1 μ F	1 a 5 Hz (aprox.)
2	0,01 μ F	10 a 33 Hz
3	0,001 μ F	110 a 330 Hz
4	100 pF	1 a 3 kHz
5	10 pF	3 a 10 kHz
6	—	8,4 a 28,5 kHz

Para comprovar o funcionamento do circuito será necessário dispor de um osciloscópio, com o qual você poderá monitorar os pontos referentes à saída da onda triangular, quadrada e senoidal.

Supondo que está tudo certo, devemos proceder a alguns ajustes para o perfeito funcionamento do módulo. Assim, comece por monitorar o ponto de saída da onda triangular com a chave

na posição 3 ou 4, onde fica mais fácil sincronizar a onda no osciloscópio. Atuando sobre o "trim-pot" marcado **simetria**, procure obter uma onda o mais simétrica possível, uma vez que a qualidade da onda senoidal dependerá em parte da simetria da onda triangular; observe que este ajuste atua também na onda quadrada.

Passe, agora, o osciloscópio para o ponto de saída da onda

Escolhemos uma fonte de 5 V porque a amplitude da forma de onda gerada é uma função da tensão de alimentação, e assim obteremos ondas quadradas de 5 V, que são compatíveis com os C.I. TTL. Entretanto, caso o leitor queira, poderá alimentar o circuito com até 15 V. Fica também a sugestão para colocar uma chave que permita alimentar este módulo com 5 V ou com 12 V, a partir da seção positiva de nossa fonte simétrica (Módulo VI).

CONSTRUA UM LABORATÓRIO MODULAR PARA PRÁTICAS DIGITAIS

PARTE IX*

PAULO BRITES



MÓDULO XII: UM AMPLIFICADOR DE ÁUDIO

A princípio pode parecer estranho que tenhamos incorporado um amplificador de áudio a um laboratório de práticas digitais, como o que estamos apresentando. Todavia, veremos que não é tão fora de propósito a sua inclusão, como poderia parecer à primeira vista.

Considerando que muitos circuitos digitais têm como finalidade obter-se geradores de tons ou efeitos sonoros, tais como sirenes, por exemplo, fica aí justificada a presença de um pequeno amplificador de áudio em nosso projeto, pois ele servirá para testar tais circuitos.

Optamos pela montagem de um amplificador com circuito integrado; muitos poderiam ter sido escolhidos para esta "missão", tendo sido o LM380, fabricado pela National, o eleito.

Sobre o "projeto", não há realmente quase nada a falar. É só seguir as instruções do fabricante, e tudo sairá bem.

O circuito está na Fig. 1 e, como se vê, são utilizados um mínimo de componentes individuais; na verdade, são apenas três capacitores, um potenciômetro e um resistor. Ah! Temos que colocar também um alto-falante externamente (este último "ainda" não vem dentro do integrado!).

O resistor R1 e o capacitor C1 formam uma malha capaz de suprimir pequenas oscilações na faixa dos 5 a 10 MHz, que, embora não sejam audíveis, poderiam trazer alguns infortúnios.

O capacitor C2 é um eletrolítico de 100 μ F que acopla o es-

tágio de saída do C.I. à carga, ou seja, ao alto-falante. Finalmente, C3 é um capacitor de desacoplamento na entrada de alimentação, para suprimir algum possível zumbido de tensão alternada que entre pela linha de alimentação.

E o potenciômetro de 2 M Ω ? Bem, sua função é óbvia, não é? Serve como controle de volume!

A alimentação para o amplificador deve ser tirada do terminal positivo da nossa fonte simétrica (Módulo VI), conforme orienta a Fig. 2, uma vez que o consumo quiescente é de 15 mA.

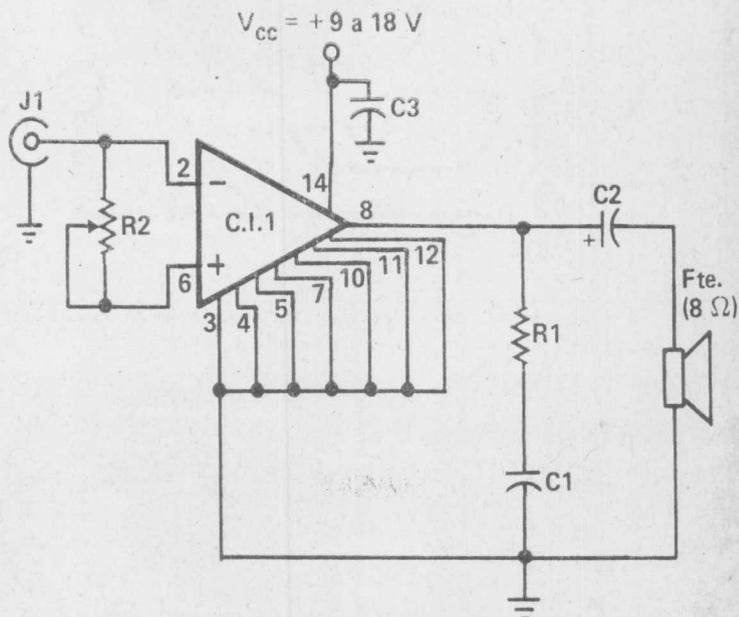


FIG. 1 — Diagrama esquemático do amplificador de áudio que constitui o Módulo XII do Laboratório Digital.

LISTA DE MATERIAL

Circuito Integrado	C2 — 100 μ F, 25 V, eletrolítico
C.1.1 — Circuito integrado LM380 (National)	Diversos
Resistores	Fte. — Alto-falante de 8 Ω e 7,5 cm (3") de diâmetro
R1 — 2,7 k Ω , 1/4 W, \pm 10%	J1 — Jaque fêmea tipo "RCA"
R2 — 2 M Ω , potenciômetro logarítmico	
Capacitores	
C1, C3 — 0,1 μ F, 250 V, poliéster metalizado	

Falando de Componentes

Com mais informes sobre esta lista, no final deste número.

(*) Partes I a VI: *Antenna*, vol. 86, n.ºs 1 a 6, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 1981. Parte VII e VIII: *Antenna*, vol. 87, n.ºs 1 e 2, janeiro/fevereiro e março de 1982.



O Autor remeteu-nos, para aferição, o protótipo desta montagem. Os testes realizados em nosso Departamento Técnico demonstraram desempenho satisfatório, condizente com as características descritas no artigo.

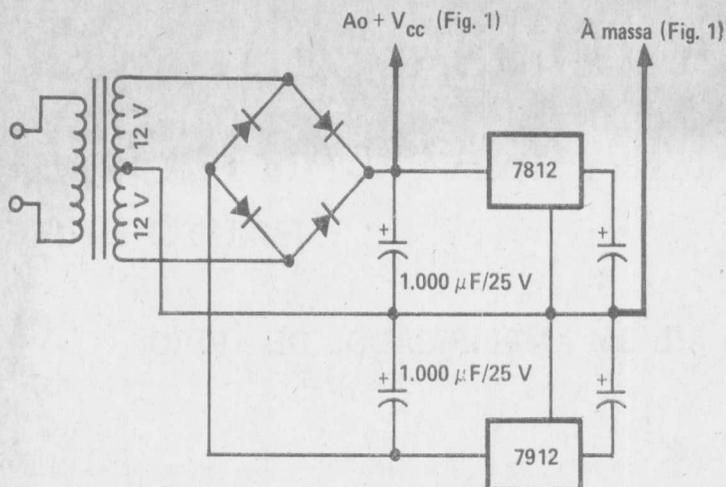


FIG. 2 — Diagrama esquemático da fonte de alimentação simétrica, Módulo VI, mostrando os pontos de onde será retirada a tensão para alimentar o amplificador de áudio da Fig. 1.

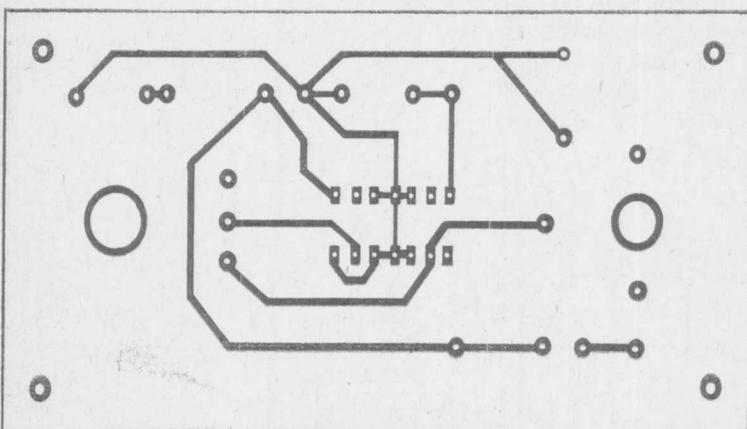


FIG. 3 — Desenho do circuito impresso para a montagem do amplificador de áudio. A plaqueta mede 5 x 10 cm.

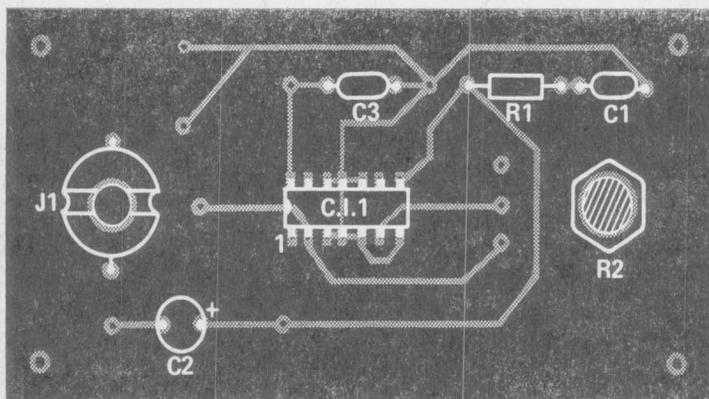
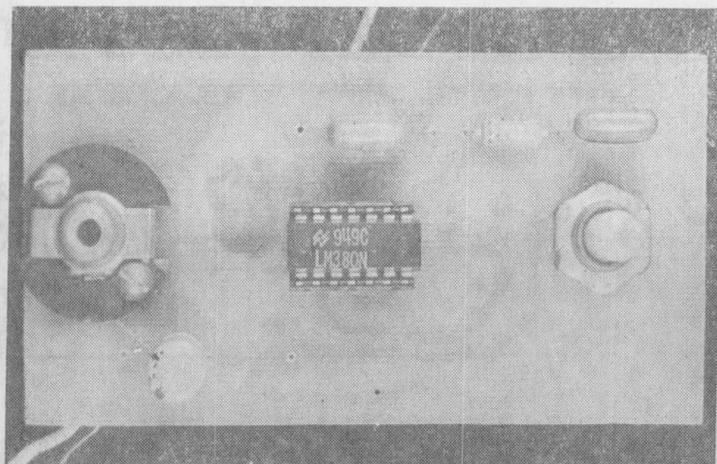


FIG. 4 — Distribuição dos componentes sobre a plaqueta da Fig. 3.



A tensão de alimentação do C.I. pode variar entre 9 e 18 V, e o máximo que obteremos da nossa fonte é aproximadamente 16 V.

A carga utilizada é um alto-falante de 7,5 cm (3"), com impedância de 8 Ω, sendo a potência máxima obtida da ordem de 2 W, que é mais do que suficiente para o fim proposto.

MONTAGEM

A montagem deste módulo é realmente bastante simples. Basta seguir as Figs. 3 e 4, onde mostramos o desenho, em tamanho real, da placa de circuito impresso utilizada e a disposição dos componentes sobre ela.

Para simplificar bem as coisas, o potenciômetro e a tomada RCA para o sinal de entrada foram colocados na placa do circuito impresso e, portanto, só o alto-falante vai ficar de fora. Este será fixado na caixa de madeira que vai alojar todos os módulos do LAB, e que descreveremos no próximo mês.

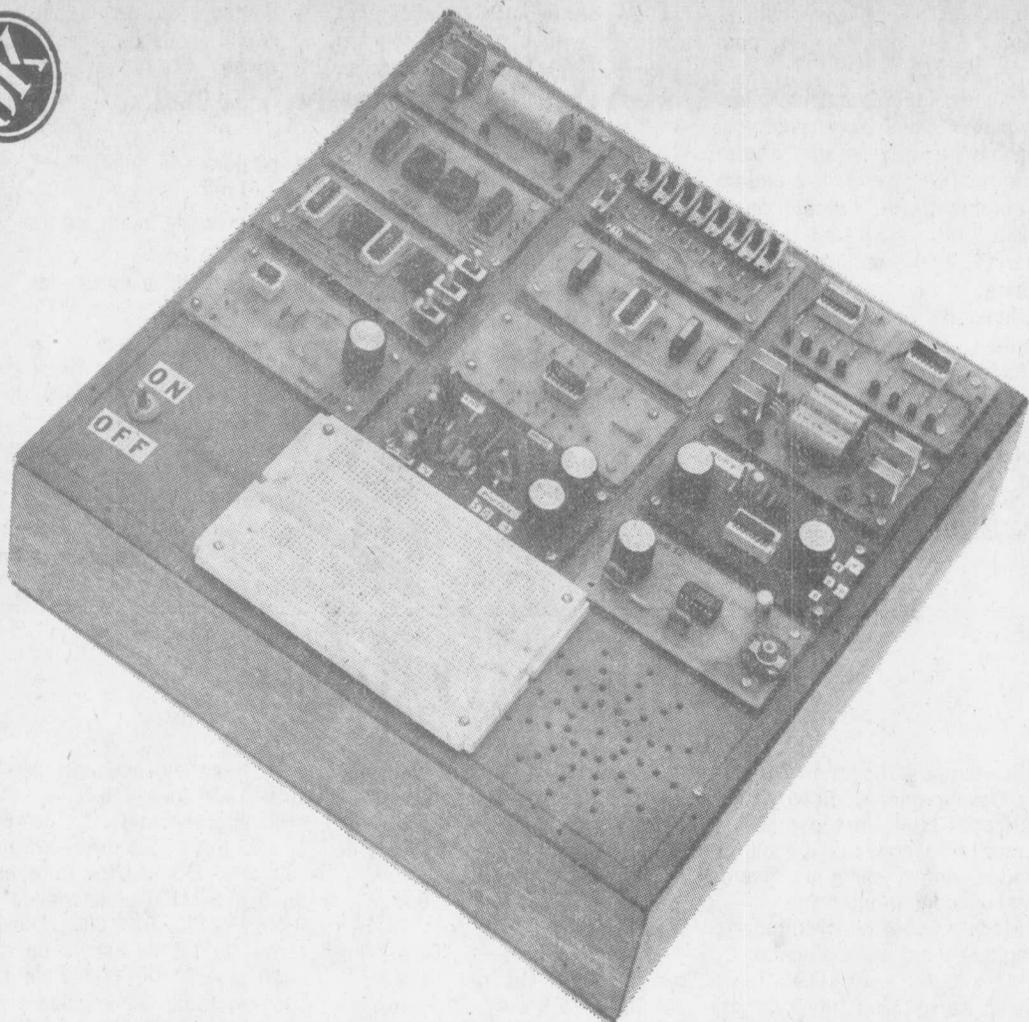
Na Foto 1 vemos como ficou a plaqueta após a montagem.

TESTANDO O CIRCUITO

Após a montagem, faz-se a conferência habitual para verificar se não houve nenhum engano, e então é só ligar a alimentação e ver o resultado.

Uma observação final: em nosso protótipo não colocamos dissipador de calor no C.I., posto que não pretendemos utilizá-lo a plena potência por longos períodos. Quem tenciona fazer isto deve fixar um dissipador sobre o C.I., por medida de segurança. o o o — o — (OR 1882)

FOTO 1 — Nesta foto vemos a plaqueta do amplificador de áudio completamente montada. O potenciômetro R2 é introduzido pela face cobreada e tem seus terminais soldados diretamente aos filetes; o jaque J1, também fixado à plaqueta, faz o contato elétrico com esta por meio de fios.



Construa um Laboratório Modular para Práticas Digitais

PARTE X — FIM *

REUNINDO OS MÓDULOS

A última parte da construção do nosso Laboratório Modular para Práticas Digitais trata da construção da caixa que acomodará os doze módulos já descritos, bem como a interligação dos mesmos às fontes de alimentação.

Para a acomodação das doze plaquetas de circuito impresso medindo 5 X 10 cm que formaram os módulos deste laboratório, construímos uma caixa com as laterais de madeira compensada de 10 mm de espessura, e com o tampo e fundo de "Duratex". As dimensões da caixa são as seguintes: altura, 7 cm; comprimento e largura, 35 cm.

O fundo da caixa é fixo, sendo apenas o tampo (onde serão aparafusados os módulos) removível.

Para fixar os módulos na placa de compensado usamos parafusos com porca, com cerca de 2 cm de comprimento; além disso, utilizamos espaçadores plásticos entre cada módulo e placa de "Duratex", já que os pontos de solda não permitiriam que as placas de circuito impresso ficassem perfeitamente acomodadas sobre o tampo da caixa. Estes espaçadores foram obtidos cortando-se pedaços de cerca de 5 mm do corpo de canetas esféricas tipo "BIC" ou similar. Em alguns casos foi necessário fazer pequenos cortes no "Duratex", uma vez que existiam potenciômetros e chaves salientes.

Acompanhando as Fotos I e II, o leitor não terá dificuldades para entender o que foi feito.

Na Fig. 1 vemos como foi feita a arrumação dos módulos. Podemos notar que foram realizadas quatro "linhas" com três módulos cada uma. Na parte inferior da placa de "Duratex", em área não ocupada com os módulos, acomodou-se um pequeno alto-falante de 12 cm (5") de diâmetro. Na face superior fixamos a plaqueta de montagens experimentais ("Proto-Board").

Uma vez fixados todos os módulos, partiremos para as ligações elétricas. Devemos levar em conta que todos os módulos, com exceção do II e do XII, serão alimentados com 5 V obtidos do Módulo I. O Módulo II tem dois pontos de alimentação, sendo um de 5 V como os demais, e outro de 12 V.

O Módulo XII também será alimentado com 12 V, o que será conseguido utilizando o Módulo VI (fonte simétrica).

Para conexão desses pontos fixamos duas pontes de terminais na face inferior da placa de "Duratex", aproveitando um dos parafusos de fixação do Módulo I e outro do Módulo III; a partir daí, esticamos dois pedaços de fio nu entre estas duas pontes. Desta forma, fizemos dois barramentos, um

(*) Partes I a VI: *Antena*, vol. 86, nºs 1 a 6, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 1981; partes VII a IX: *Antena*, vol. 87, nºs 1, 2 e 3, jan./fev., março e abril de 1982.

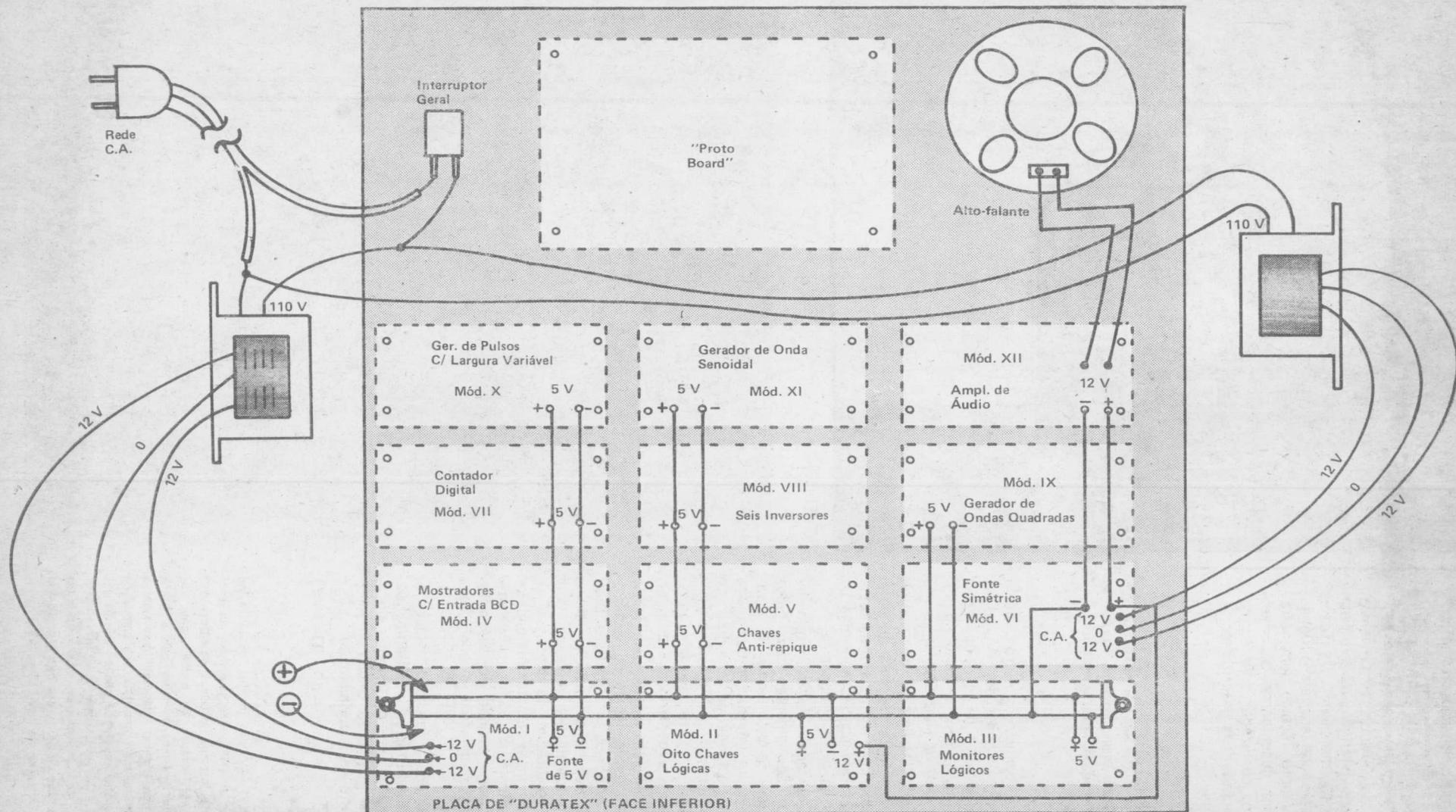


FIG. 1 — Neste desenho vemos a disposição adotada para os módulos que constituem o "Laboratório Modular para Práticas Digitais". As plaquetas são vistas "por transparência" na parte inferior da placa de "Duratex". As ligações com a alimentação são feitas entre os módulos e as barras-ônibus (positivo e negativo) de 5 V. O Módulo II recebe dois valores de tensão: 5 V e 12 V (retirado da fonte simétrica). Já o Módulo XII é alimentado exclusivamente por 12 V a partir de fonte simétrica (Módulo VI).

O Autor remeteu-nos para aferição, o protótipo desta montagem. Os testes realizados em nosso Departamento Técnico demonstraram desempenho satisfatório, condizente com as características descritas no artigo.

FOTO I — Aspecto do "LAB Digital", com todos seus módulos fixados ao tampo da caixa de madeira.

para o positivo e outro para o negativo da fonte de 5 V. Cabe observar que o negativo ficou servindo tanto para o fonte de 5 V como para a simétrica.

Feitas as ligações dos pontos de alimentação de cada módulo, só resta ligar os transformadores. Estes foram aparafusados nas laterais da caixa de madeira.

Colocados os transformadores e devidamente alimentados com uma tomada para C.A. através de um interruptor que ficará fixado no tampo de "Duratex", só resta instalar o "Proto-Board" e começar a "curtir" seu laboratório em suas experiências e projetos.

Com isto damos por terminada a apresentação do "Laboratório Modular para Práticas Digitais". Não cabem aqui exemplos de utilização dos módulos, pois eles constituem "ferramentas" de uso universal em circuitos digitais. Por outro lado, já foram bastante analisados quando de sua apresentação individual ao longo desta série.

É nossa intenção, daqui pra frente, utilizar o "LAB Digital" como apoio para os projetos divulgados em nossa Seção "Para o Fichário do Experimentador".

o o o — o — (OR 2044)

FOTO II — Vista interna da caixa do "LAB Digital", onde podemos observar a parte inferior do tampo de "Duratex" com as ligações de alimentação dos módulos. Vemos também que a placa teve que receber "janelas" sob certas plaquetas, para permitir a acomodação de potenciômetros e chaves a elas fixados. O alto-falante e o interruptor geral de alimentação são instalados nesta face da placa que serve de tampo à caixa do "LAB Digital".

