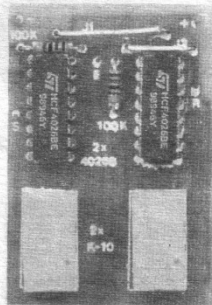


MONTAGEM 409

CONTADOR DIGITAL UNIVERSAL (DUPLO E AMPLIÁVEL)



CRIADO ESPECIFICAMENTE PARA O HOBBYSTA AVANÇADO E PARA O TÉCNICO, PROJETA E INSTALADOR, O CONTADOR DIGITAL UNIVERSAL (DUPLO E AMPLIÁVEL) É UM MÓDULO QUE FAZ TUDO O QUE SEU NOME DIZ...! SUPER-VERSÁTIL, EXPANSÍVEL E MULTI-APLICÁVEL, PERMITE - COM TODA A FACILIDADE - A IMPLEMENTAÇÃO DE CONTAGEM DIGITAL (COM DISPLAY A LEDs - NUMÉRICOS DE 7 SEGMENTOS) EM MÁQUINAS, CONTROLES, INSTRUMENTOS, GAMES E MAIS UMA PÁ DE OUTRAS APLICAÇÕES PRÁTICAS...! COM NECESSIDADES MODESTAS E FLEXÍVEIS DE

ALIMENTAÇÃO (6 A 9 VCC, SOB CORRENTE MODERADA...) E UM LAYOUT CUIDADOSAMENTE ESTUDADO E DIMENSIONADO PARA A EXPANSÃO, O CODUDA ADMITE MIL ADAPTAÇÕES, NAS MAIS DIVERSAS CONDIÇÕES DE TRABALHO E NOS MAIS AMPLOS REQUISITOS DE USO REAL... ACEITA PULSOS DENTRO DOS PARÂMETROS CONVENCIONAIS DOS INTEGRADOS DIGITAIS C.MOS, QUE TANTO PODEM SER GERADOS POR OUTROS CIRCUITOS OU MINICIRCUITOS DE APOIO (DAREMOS ALGUNS EXEMPLOS PRÁTICOS...), COMO POR SIMPLES SWITCHES, FACILITANDO AO MÁXIMO A SUA INTEGRAÇÃO A APARELHOS OU DISPOSITIVOS JÁ EXISTENTES, AOS QUAIS SE PRETENDA ACOPLAR O CONTADOR!

Um dos projetos dirigidos ao hobbyista avançado e ao profissional (técnico, instalador, engenheiro de fábrica, etc.) que mais sucesso fez até hoje, entre o quase *meio milhão* de montagens que APE já apresentou, ao longo desses *seis anos e cacetada*, foi - seguramente - o do CONTADOR DIGITAL AMPLIÁVEL (cujo KIT, inclusive, ainda é ofertado pela Concessionária exclusiva, sendo absoluto sucesso de vendas há quase 5 anos...!), principalmente pela sua versatilidade, adaptabilidade, simples *enfileiramento* (para formação de contadores/displays de

maior capacidade...) e enorme facilidade no uso... Aquele projeto era do tipo *mono-dígito*, ou seja: tinha apenas *um display* numérico, com o que sua contagem básica podia alcançar no máximo "9"... Para estabelecer um contador - digamos - até "9.999", era necessário o *enfileiramento* (fácil) de 4 módulos... Uma contagem até "999.999" requeria 6 módulos, e assim por diante (nesse último caso, o *mostrador* total ficava um pouco grande, devido ao uso de *displays* individuais de tamanho padronizado, e numa plaqueta de impressão não *muito apertada*...).

Com a presente re-*atualização* do

tema, nossos projetistas incrementaram bastante as possibilidades práticas, embutindo logo *dois* dígitos no módulo básico (e isso numa plaqueta *pouca coisa maior* do que aquela que servia de base ao citado CONTADOR DIGITAL AMPLIÁVEL...!) Com isso (resguardadas todas as boas características, parâmetros e facilidades do projeto anterior...), numa montagem básica o caro leitor já tem um contador até "99"...! Juntando dois módulos, poderá criar um contador até "9.999" e, com apenas 3 módulos, poderá implantar um contador digital até *um milhão* ("999.999")!

Dois *truques* básicos foram utilizados no projeto: primeiro o uso de *displays* numéricos a LEDs *mais estreitos* (com pinagem DIL de idêntico afastamento ao de integrados digitais convencionais de 14 pinos...), e segundo um arranjo de *lay out* ainda mais compactado, e muito bem equilibrado geometricamente... Com tais aperfeiçoamentos, as plaquetas dos módulos podem ainda mais facilmente serem juntadas (fisicamente falando) na composição de um contador múltiplo: basta *encostar*, lateralmente, as placas dos módulos, umas nas outras, para que a parte puramente numérica do mostrador resulte automaticamente distribuída, regularmente espaçada em seus dígitos, e ocupando áreas gerais relativamente pequenas...! Num exemplo, um contador até "999.999" (formado por 3 CODUDAs...), ocupará uma largura geral (placas) de apenas 12 cm., sendo que o *display* propriamente usará uma *janela* ainda menor, totalizando uma largura total de meros 11 cm.!

Todos esses aperfeiçoamentos *mecânicos* resultam em grandes facilidades e muita praticidade na adaptação a eventuais maquinários ou dispositivos já existentes, aos quais se pretenda anexar o conjunto de contagem...! Nem é preciso dizer que o *enfileiramento elétrico* continua tão simples quando a expansão mecânica do conjunto... O hobbyista avançado, o técnico instalador, o engenheiro de fábrica, encontram no CODUDA um auxiliar

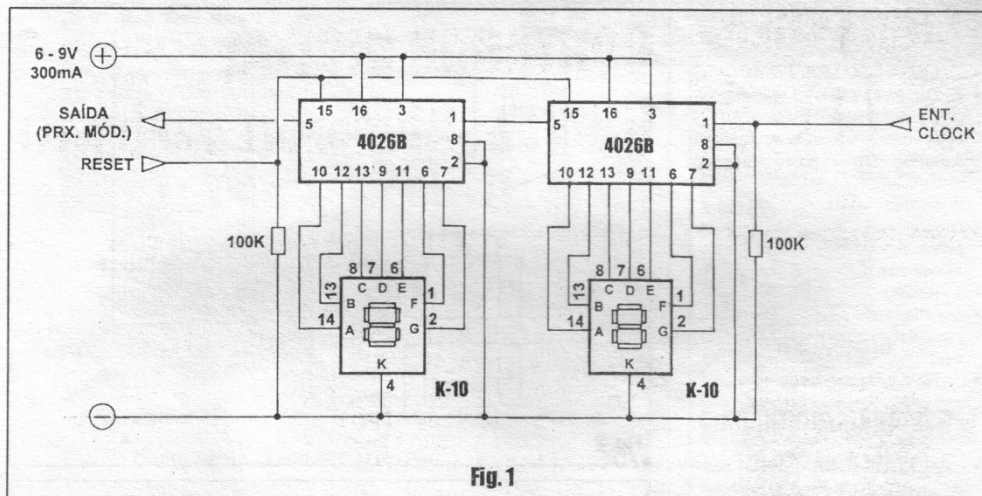


Fig. 1

realmente *muito* válido, para a rápida construção de contadores/indicadores numéricos (para monitoração de eventos ou de tempos...) os mais diversos...!

Todos os necessários detalhes técnicos e práticos serão dados no decorrer do presente artigo, incluindo propostas de pequenos circuitos de *apoio*, eventualmente necessários para a geração ou *conformação* dos pulsos de contagem a serem apresentados ao **CODUDA** numa instalação definitiva...

- FIG. 1 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO CIRCUITO - A própria simplicidade (graças às maravilhas da micro-eletrônica...), já que - aparentemente - formado de apenas 6 componentes: dois integrados, dois *displays* e dois resistores...! Na verdade, meia dúzia é o número de *peças* e *não* o de componentes, já que os *displays* são arranjos híbridos, cada um deles contendo nada menos que 8 LEDs distribuídos em canaletas de reflexão, mais toda a interligação por trilhas metálicas, evidentes as ligações através da pinagem externa... Quanto aos integrados, então...! Cada um deles é um verdadeiro e enorme (em termos de *quantidade* de componentes ativos, e não de tamanho...) circuito, com muitas dezenas de *gates* lógicos, cada uma delas formada por vários transistores MOS, tudo *apertadinho* sobre um substrato de silício através de técnicas de miniaturização cada vez mais sofisticadas...! Cada um dos dois

4026B contém arranjos internos de *contagem* de pulsos e de *decodificação* específica para *display* a LEDs de 7 segmentos (essa duplicidade de funções dos citados integrados também contribui para a compactação extrema do projeto, já que normalmente os conjuntos contadores usam *um* integrado para a contagem e *outro* para a decodificação...). Outro ponto que beneficia nossas intenções de redução no tamanho geral e no número de componentes, é que o 4026B, dentro da faixa de alimentação calculada para o circuito (6 a 9 volts) *não* requer os costumeiros resistores limitadores de corrente para o acionamento dos segmentos do *display*, já que tal corrente é interna e automaticamente limitada pelo próprio integrado! Dessa forma, tudo foi uma questão de *juntar* eletricamente os dois blocos (o da direita correspondendo aos *integrados* com os respectivos *displays*, além de promover o *enfileiramento* dos dois blocos (o da direita correspondendo às *unidades*, e o da esquerda às *dezenas*...), pela interligação do pino de saída (5) do primeiro contador/decodificador à entrada (pino 1) do segundo... O circuito, como um todo, permite todos os acessos necessários à sua alimentação, uso e *enfileiramento*: a entrada geral dos pulsos a serem contados se dá pelo pino 1 do integrado das *unidades* (previamente polarizado por resistor de 100K), enquanto que a saída para o eventual *próximo CODUCA* (que corresponderia aos dígitos das *centenas* e dos *milhares*...) é *puxada* do pino 5 do integrado das *dezenas*... Além disso, um conveniente acesso de *resetamento*

(*zeragem* do contador e do *display*...) é obtido juntando-se os pinos respectivos da função (15) dos dois integrados, polarizando-os basicamente em nível *baixo* através de um resistor de 100K... A alimentação (conforme já mencionado...) pode situar-se entre 6 e 9 volts C.C., sob corrente disponível recomendada (com grande *folga*...) de 300 mA, facilmente obtida de qualquer pequeno módulo de fonte, convencional, capaz de oferecer tais parâmetros... Não esquecer que os pulsos, tanto na entrada de contagem quanto na de *reset* devem ser compatíveis com os parâmetros gerais dos circuitos e arranjos digitais C.MOS (com *subidas* e *descidas* bem definidas e rápidas, transitando entre *zero* - potencial de *terra* e praticamente a tensão do *positivo* da alimentação, configurando respectivamente níveis digitais *baixo* e *alto*...). Os contadores internos dos 4026B incrementam a contagem na *subida* do pulso de entrada... Também o acesso de *reset* é ativado (*zerando* a contagem e a indicação nos *displays*...) com a rápida *positivação* da tal entrada de controle (que, normalmente - para permitir o andamento normal da contagem - é mantida *baixa* pelo resistor de 100K...). Um último ponto técnico a considerar: não esquecer que a demanda de corrente indicada (embora com *folga*, como foi dito...) refere-se a um **CODUDA**... O eventual *enfileiramento* de vários módulos requererá a proporcional multiplicação desse parâmetro... Dessa forma, se dois **CODUDAs** forem *enfileirados* (contagem até "9.999"...) o

LISTA DE PEÇAS

- 2 - Integrados C.MOS 4026B
- 2 - Displays a LEDs - 7 segmentos - (tipo *catodo comum*) código K-10 ou equivalentes. Tratam-se de *displays* estreitos, apresentando pinagem mecanicamente compatível com a distribuição DIL de integrados convencionais de 14 pinos (embora *faltem* alguns dos pinos, conforme veremos em detalhes logo adiante...).
- 2 - Resistores 100K x 1/4W
- 1 - Placa de circuito impresso, específica para a montagem (4,0 x 5,5 cm.)
- - Fio e solda para as ligações

OPCIONAIS/DIVERSOS

- - ACONDICIONAMENTO - Sendo um projeto nitidamente *modular*, criado e desenhado visando a expansibilidade (*enfileiramento*), o CODUDA obviamente não requer caixa específica, já que tal detalhe dependerá muito da utilização, do número real de módulos *enfileirados*, etc. Assim, tais detalhes externos ficam por conta das necessidades e dos requerimentos da aplicação real dada... Uma sugestão: definida a quantidade de módulos a serem *enfileirados*, pode ser providenciada uma *máscara* ou *filtro* de acrílico vermelho, transparente, a ser posicionada logo à frente do conjunto de dígitos de modo a otimizar a visualização e o *contrastamento* dos segmentos...

requerimento de corrente passa a ser de 600 mA... Três módulos (contagem até "999.999"...) pedirão corrente na casa de 900 mA, e assim por diante. As fontes não precisarão ser muito elaboradas, super-filtradas ou super-reguladas, já que todos os componentes envolvidos (notadamente os *flexíveis* integrados C.MOS) são bastante imunes a ruídos e variações na tensão nominal da alimentação...

- FIG. 2 - DETALHANDO O DISPLAY ESTREITO (K-10) - Como se trata de um componente em modelo e código não costumeiramente utilizados nas nossas montagens, vamos *dar um boi* para a turma, detalhando o *display* de LEDs indicado na LISTA DE PEÇAS... Ao contrário dos *displays* padrão, que são mais *quadrados*

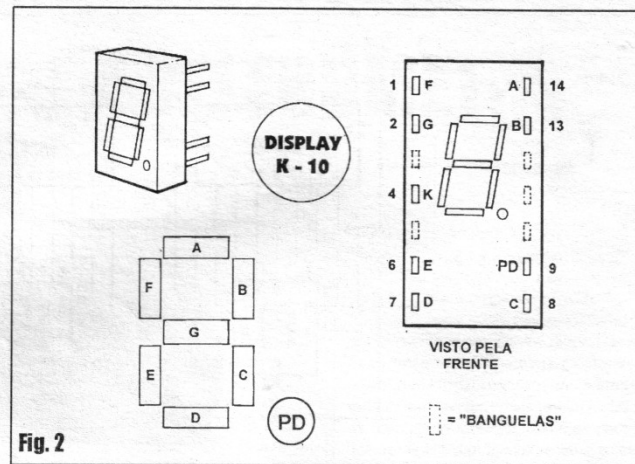


Fig. 2

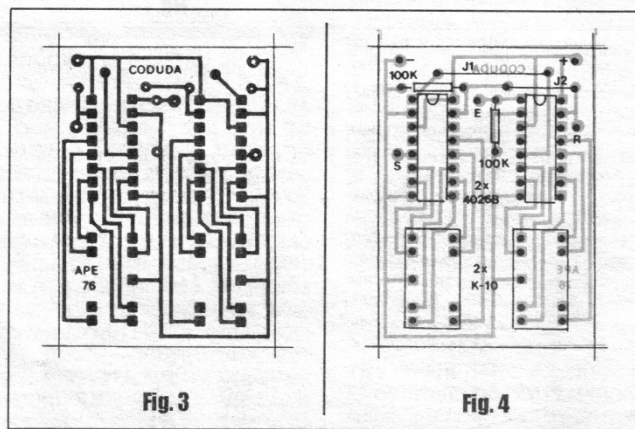


Fig. 3

Fig. 4

e apresentam normalmente 10 pinos, o K-10 (ou seus equivalentes, já que existem vários códigos, de diversos fabricantes, com características idênticas...) é *compridinho* (no sentido da altura), *estrito* (no sentido da largura...), contendo apenas 9 pinos na traseira, embora dispostos na mesma distribuição mecânica vista num integrado comum com pinagem DIL de 14 *pernas*... Através do diagrama fica fácil ao caro leitor/hobbyista entender *como* existem 9 pinos distribuídos num padrão de 14 *pernas*: simplesmente os pinos 3-5-10-11-12 *não existem*, ficando os seus lugares *bangueelas*... Já os pinos 1-2-4-6-7-8-9-13-14 *estão lá* (e nos seus exatos lugares dentro da matriz original de 14 pinos...). Observar como a contagem dos pinos é feita, olhando-se o *display* pela frente,

bolinha do ponto decimal situada no canto inferior direito, caso em que a *perna 1* será a do canto superior esquerdo da embalagem... A figura também detalha a aparência geral do componente, e mais a codificação convencionalmente adotada para a designação dos segmentos na estrutura em forma de "8" normal nos *displays*...

- FIG. 3 - LAY OUT DO CIRCUITO IMPRESSO ESPECÍFICO - Complicado, não é... Mas um pouquinho *apertado* pode ser considerado. O padrão de ilhas e pistas foi (visando a máxima compactação...) propositalmente desenhado com as menores dimensões gerais permitidas pelos componentes (sem exageros, contudo, que inviabilizariam a

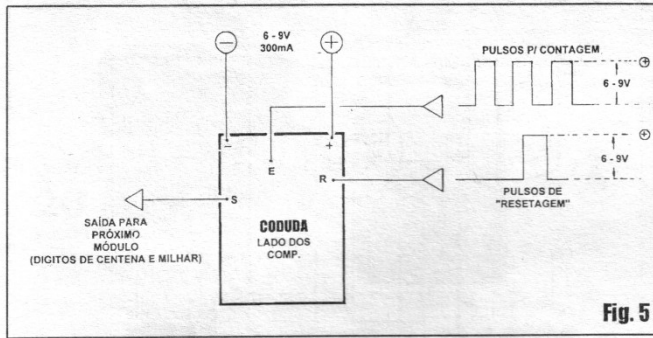


Fig. 5

construção da placa de modo artesanal, pelos leitores...). A figura mostra a face cobreada da placa, como sempre com as partes escuras representando os filetes e ilhas que devem restar metalizadas ao fim da corrosão (e que, portanto, devem ser recobertas com tinta ou decalques - *recomendados* - ácido-resistentes, na traçagem...). O tamanho é natural, facilitando a cópia direta, por carbono, de forma directa (da revista para a face cobreada do fenolite, previamente cortado nas indicadas dimensões...) na pré-elaboração do gabarito da traçagem... Notar que como as trilhas são fininhas e mais *juntas* do que o costumeiro nas nossas montagens, enfatizam-se os cuidados na confecção, cópia, traçagem, corrosão e limpeza, mas *principalmente* na rigorosa verificação final, conferência cuidadosa para ver se não ficaram *falhas* ou *curtos* indevidos. Uma placa desse tipo deve ser conferida - literalmente - *com lente*, ao final da confecção, antes de iniciar a inserção e soldagem dos componentes... Prestar especial atenção àquelas trilhazinhas que se *enfiçam* por entre as fileiras de pinos dos integrados e dos próprios *displays*, setores que são muito suscetíveis a falhas ou curtos...

- FIG. 4 - CHAPEADO DA MONTAGEM - Terminada (e super-conferida...) a plaquinha, podemos passar à inserção e soldagem dos componentes, usando como guia o diagrama que mostra a face não cobreada do impresso, todas as peças posicionadas e identificadas... Observar alguns pontos *importantes*: a orientação dos dois integrados 4026B, ambos devendo ter suas extremidades marcadas voltadas para a parte superior da placa (na posição em que é vista no desenho...), e a presença de dois *jumpers* (simples pedacinhos de fios isolados finos,

interligando pontos específicos do impresso), codificados como J1 e J2... Se os ditos *jumpers* forem *esquecidos*, o **círculo não funcionará**... Os dois *displays* também apresentam posição certa e única para inserção e soldagem, porém neles não existe a possibilidade de erro, devido à assimetria das suas linhas de terminais (já que numa delas *existe* o pino central, e na outra *não*...). De qualquer modo, basta posicionar os pontos decimais dos ditos cujos no canto inferior direito (olhando-se as peças pela frente, como na FIG. 4...) para que a inserção se dê sem problemas... Os resistores são apenas dois, de valores idênticos, portanto completamente *erráveis* na sua colocação... **CUIDADO** (face cobreada do impresso...) nas soldagens, devido à proximidade das ilhas e trilhazinhas: qualquer pequeno *corrimento* de solda poderá estabelecer uma *ponte*, um *curto* indevido e danoso...! Por isso mesmo, na conferência final, o lado cobreado deverá ser observado com mais atenção ainda do que a dedicada à verificação do lado dos

componentes... Se preciso, usar (*mesmo*...) uma lente ou lupa para certificação de que todas as ligações estão perfeitas. Tudo verificado e aprovado, podem ser cortadas as *sobras* das *pernas* dos resistores, e dos fiozinhos usados nos *jumpers* (pelo lado cobreado), já que integrados e *displays* têm pinos bem curtos, que não precisam ser *amputados* após as soldagens...

- FIG. 5 - CONEXÕES EXTERNAS À PLACA - As ligações externas restringem-se aos acessos da alimentação, entrada de pulsos (E), saída de pulsos (S) e entrada de reset (R), feitas aos pontos demarcados, através de cabinho isolado... Atenção à polaridade da alimentação, sendo recomendado o uso do *velho* código de cor (**vermelho** para o **positivo**, e **preto** para o **negativo**...) nos cabinhos... De resto, as conexões são bastante simples, com seus posicionamentos já adequados ao eventual *enfileiramento* de vários módulos, conforme exemplificado na próxima figura...

- FIG. 6 - USANDO E ENFILEIRANDO O CODUDA... - Uma vez alimentado o circuito, bastará aplicar os pulsos (nos parâmetros já citados, convencionais para arranjos digitais C.MOS...) à entrada E e ver os dígitos numéricos incrementando, de "00" a "99" (ao fim do que retornam automaticamente a "00"...). A qualquer momento o *display* (contagem) pode ser *zerado* por uma breve *positivação* (ligar ao +6 ou +9 volts...) da entrada de reset (R). No acesso de saída (S) são obtidos os pulsos de *vai um* para acionamento de eventuais próximos módulos **CODUDA**... Falando em *próximos módulos*, o diagrama enfatiza um exemplo clássico, com o

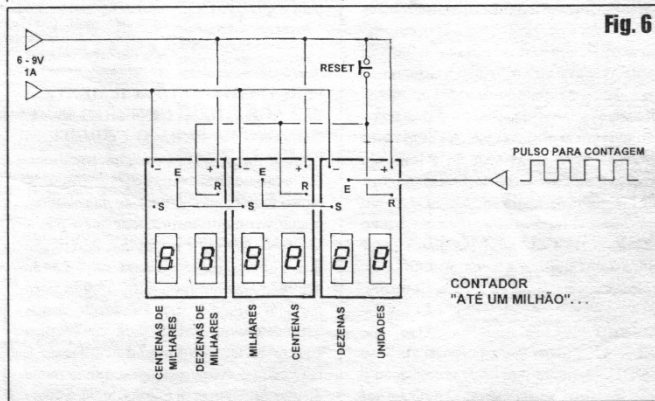


Fig. 6

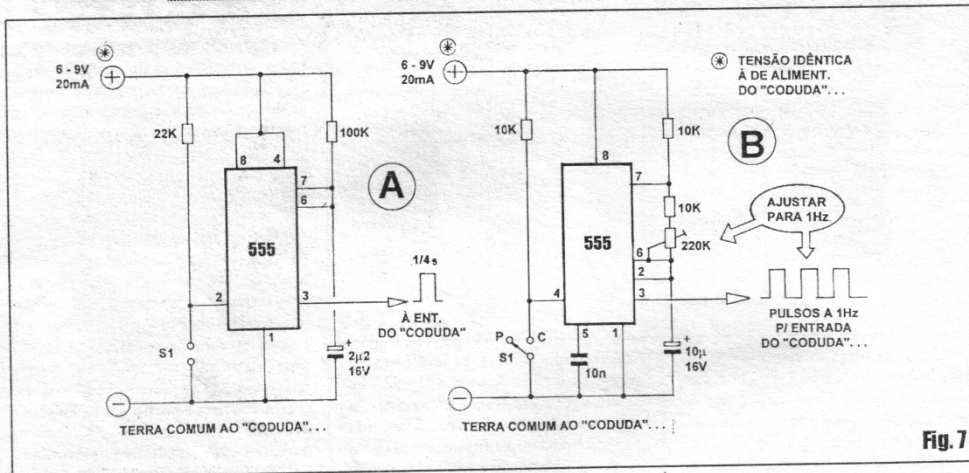


Fig. 7

encadeamento de três CODUDAs (formando um contador até "999.999", ou "até um milhão", na prática...), com todas as ligações bastante claras, incluindo a inserção de um *push-button* para *resetamento* manual (bastante prático, em muitas das aplicações possíveis...). Notar que (e as explicações seguintes valem para qualquer arranjo múltiplo, com qualquer quantidade de módulos...) todos os pontos (+) devem ser reunidos, indo ao **positivo** geral da alimentação, enquanto que todos os pontos marcados com (-) também devem ser juntados, e ligados ao **negativo** geral da alimentação... Observar o *enfleiramento* lógico, com a saída (S) dos módulos mais à direita sendo encaminhada à entrada (E) dos módulos imediatamente à esquerda, servindo a entrada do módulo da extrema direita (que contém os dígitos/contadores menos significativos, referentes às *unidades e dezenas*...) como ponto geral para aplicação dos pulsos a serem contados... A promoção de um *reset* único e geral é feita juntando-se todos os pontos (R) e levando tal ligação a um dos *polos* de um mero *push-button* N.A., cujo outro terminal deve ser conectado à linha do **positivo** da alimentação... Desse modo, a qualquer momento (esteja a contagem *em andamento* ou *parada*...), uma breve pressão sobre o dito *push-button* retornará todos os 6 dígitos a zero ("000.000").

Os pulsos para acionamento do CODUDA (tanto para contagem, quanto para eventual *resetamento*...) podem ser

obtidos de várias maneiras, ou eletronicamente gerados, ou criados por dispositivos eletro-mecânicos (*micro-switches*, interruptores acionados pelo movimento ou pressão de maquinários, controladores manuais, etc.). Existe, porém, um requisito básico: que tais pulsos sejam relativamente *puros*, isentos de *repiques* ou *bouncing* (eventualmente, a anexação de um capacitor - de 1n a 100n - entre a entrada E e a linha do **negativo** da alimentação - que também serve como *terra comum* para os sinais - ajudará a prevenir tais *repiques*, os quais - se ocorrerem - podem *enganar* os contadores internos do circuito, fazendo os *displays* progredirem indevidamente...).

No próximo diagrama damos duas sugestões práticas básicas, de minicircuitos de apoio, justamente para a geração de pulsos *limpos* e convenientes para o CODUDA...

- FIG. 7 - CRIANDO (FACILMENTE...) PULSOS DE CONTROLE E CONTAGEM PARA O CODUDA... -

Entre as inúmeras possibilidades práticas, destacamos duas sugestões... Em 7-A temos um simples gerador de *pulso único*, o qual se manifesta cada vez que o *push-button* N.A. (S1) é premido... A duração dos pulsos fica em torno de 0,25 de segundo, suficientemente *longos* para prevenir *repiques*, mas ao mesmo tempo suficientemente *curtos* para viabilizar a contagem de eventos que aconteçam à razão de até duas vezes por segundo (mais do que suficiente em muitas das eventuais

aplicações industriais ou junto a maquinários diversos...). Não é difícil substituir S1 por *micro-switches* diversos, comandadas ou acionadas por maquinários ou por qualquer evento mecânico cuja contagem se queira ver... Se a sequência de contagem tiver que ser acelerada (vários eventos por segundo, ou mais rápido que isso...), basta reduzir o valor original do capacitor... Entretanto, para operação manual, não se recomenda valores inferiores a 1u, já que tal tipo de comando é muito passível de *repiques* ou *bouncing*... Já em 7-B temos uma sugestão para utilizar um conjunto de CODUDAs como *contador de tempo*... O circuito de *clock* pode ser facilmente ajustado para a geração de um *trem* de pulsos com frequência de exatamente (ou tão próximo disso quanto seja possível...) 1 Hz, ou seja: um pulso por segundo. Conjugando-se o módulo de *clock* a um *enfleiramento* de - digamos - três CODUDAs, será possível construir um *contador de tempo* com capacidade para monitorar eventos ou somar tempos até 999.999 segundos (Achem que é pouco...? Façam as contas e vejam que isso dá *mais de 11 dias*...!). A chave (que também pode ser uma *micro-switch* acionada por maquinário ou manualmente operada...) S1, tipo 1 polo x 2 posições, permite *contar* (posição C) o tempo ou *parar* (posição P) a contagem do tempo, com grande facilidade... Tais condições, mais a ação do *reset*, já explicada, permitirão controles bastante complexos e sofisticados, em aplicações que requeiram alta confiabilidade e precisão...! Um ponto importante a considerar é o que se refere

às necessidades gerais de tensão e de corrente: qualquer circuito ou módulo eletro/eletrônico de apoio ou de geração de pulsos/comandos para o **CODUDA** deve ser alimentado por tensão *igual* à usada na energização do próprio contador, para que não haja conflitos de níveis digitais entre eles (que podem induzir a erros nas contagens e até a danos ao circuito do **CODUDA**...). Lembrar que essa *identidade de voltagens* é também bastante conveniente por permitir que os contadores e os ditos circuitos de apoio *compartilhem* a mesma fonte, proporcionando economia (em custos e em tamanho geral dos arranjos...). Nesse *compartilhamento* é também importante não esquecer de considerar os requisitos de corrente... No caso dos dois módulos de apoio da **FIG. 7**, eles *pedem* cerca de 20 mA *para si*... Tal parâmetro (se tudo for energizado por única fonte...) deve ser somado aos quesitos dos **CODUDAS**... Assim, se três **CODUDAS**, mais um circuitinho de geração de pulsos (como os ilustrados...) forem alimentados conjuntamente por uma fonte, esta deverá ser capaz de proporcionar (para boa *folga*...) cerca de 1 A. Finalizando, lembrar que é obviamente possível a alimentação individual para os **CODUDAS** e o eventual módulo eletro/eletrônico gerador dos pulsos (caso em que os requisitos de corrente ficarão por conta de cada um...), porém, além da necessária *identidade de tensões*, é preciso que *todos* os módulos envolvidos no arranjo mantenham um *terra comum*, ou seja: que as linhas dos *negativos* das alimentações sejam eletricamente interligadas, sem o que não haverá passagem dos pulsos entre os estágios...

Enfim, as possibilidades aplicativas são realmente *muitas*, e é muito grande a facilidade de se implementar, acoplar, improvisar, adaptar, a partir do **CODUDA**... Hobbystas avançados, técnicos e engenheiros saberão - com certeza - dar *mil e uma* utilizações válidas ao projeto... Se alguém tiver dúvidas (ou sugestões...) é só escrever para o **CORREIO TÉCNICO**, combinados...?

* * * * *