

INTRODUÇÃO

Nesta edição especial, estudaremos o funcionamento do processador de dados, da comunicação do microprocessador e do display do *CDTechnics*, bem como sua relação com sensores e atuadores. Veremos ainda sua estrutura básica e o funcionamento dos processos de dados por meio de modelos didáticos e circuitos elétricos. Analisaremos o microprocessador do *CDPTechnics SL-P2*, encerrando nosso curso. Para prosseguir com os estudos, recomendamos revisar tudo o que foi publicado na Revista CTA Eletrônica. Ao final deste trabalho, será disponibilizado o manual técnico do *CDP* para que o leitor possa dar continuidade aos seus estudos.

VISÃO GERAL DE COMO O MICROPROCESSADOR REVOLUCIONOU O MUNDO

Mais ou menos no início do século XX, entre a Primeira e a Segunda Guerra Mundial, a revolução tecnológica trouxe grandes benefícios, revolucionando a tecnologia da época. As indústrias passaram a utilizar máquinas modernas que substituíram a mão de obra artesanal, permitindo o crescimento industrial graças a máquinas cada vez mais automatizadas, reduzindo gradativamente o número de operadores humanos.

Para melhorar o custo-benefício dos produtos manufaturados industrialmente, a automatização permitiu construir máquinas que operavam muito mais rapidamente que a mão de obra humana, ou seja, funcionavam praticamente sozinhas, aumentando a produção e a qualidade. Entretanto, essas máquinas necessitavam de um grande número de peças mecânicas sofisticadas e componentes elétricos modernos, como chaves elétricas, temporizadores e contadores, ocupando muito espaço físico nos painéis de comando e nas instalações industriais.

Com o passar do tempo, os sistemas automatizados passaram a ocupar cada vez mais espaço na indústria, tornando as máquinas mais autônomas e precisas, reduzindo a quantidade de operários por equipamento. Entretanto, surgiu a necessidade de mão de obra especializada em automação.

Os controles automatizados da época eram primitivos e realizados por grandes chaves eletromagnéticas, relés, contadores, chaves temporizadas, válvulas, diodos etc., que posteriormente foram substituídos por elementos semicondutores, como transistores, *SCR*, tiristores e circuitos integrados analógicos. Esses componentes substituíram os sistemas mecânicos por dispositivos controlados eletronicamente, utilizando circuitos integrados analógicos e digitais e temporizadores dedicados, dando origem às placas de processamento analógico-digital, que eram simples, adaptáveis conforme a categoria de uso e não programáveis.

Com o passar do tempo, essas máquinas automatizadas ficaram conhecidas por utilizar placas eletrônicas analógico-digitais dedicadas, relés, contadores, temporizadores, entre outros elementos, além da necessidade de pessoal especializado nessa tecnologia.

Conforme a demanda por produtos cada vez mais industrializados aumentava, as máquinas que os produziam precisavam ser mais sofisticadas, exigindo maior automatização para operar. Dessa forma,

passaram a ser cada vez mais utilizadas placas eletrônicas, relés, contatores, temporizadores mecânicos, eletromecânicos e eletrônicos, sensores e atuadores em sistemas conhecidos como comandos elétricos e eletrônicos.

A eletrônica digital avançou bastante e passou a ser amplamente utilizada em circuitos eletrônicos graças à evolução da tecnologia digital. Técnicos e engenheiros revolucionaram a indústria com sistemas de automação baseados em circuitos digitais, utilizando portas lógicas como *AND*, *OR*, *NOT*, *NOR* e *OU-Exclusivo*, além de amplificadores operacionais e outros componentes. Isso reduziu o número de dispositivos mecânicos de alta precisão e alto custo, simplificando os sistemas de automação.

Os circuitos digitais, embora revolucionários, ainda eram limitados. Em geral, uma automação era projetada para executar apenas uma determinada função ou fabricar um único tipo de produto, dificultando a adaptação da máquina para outros processos produtivos. Com o tempo, a tecnologia digital substituiu grande parte da eletrônica analógica e também passou a ser utilizada nas áreas de áudio e vídeo, permitindo o surgimento dos microcontroladores, microprocessadores e computadores industriais e residenciais, centenas de vezes menores e milhares de vezes mais baratos que o computador valvulado desenvolvido por cientistas, que ocupavam vários andares de um prédio.

O primeiro processador digital nada mais era do que uma calculadora digital capaz de executar diversas operações matemáticas com precisão e em determinado tempo. Dessa forma, surgiu o microprocessador, capaz de executar tarefas e controles programáveis de acordo com a necessidade do sistema.

Em 1971, com a evolução da eletrônica digital, surgiu o microprocessador. Um dos primeiros modelos lançados foi o Intel 4004, desenvolvido por Ted Hoff, Stanley Mazor e Federico Faggin. Ele nasceu da necessidade de miniaturizar circuitos para uma calculadora da empresa japonesa Busicom, resultando na integração de toda a Unidade Central de Processamento (CPU) em um único chip de silício. Essa inovação revolucionou a computação e, posteriormente, passou a ser aplicada na indústria, nos automóveis e em produtos domésticos em geral.

A automação industrial ocupava muito espaço, era baseada em tecnologia dedicada, ou seja, feita para funcionar apenas em uma máquina, necessitando de grandes adaptações para operar em outros equipamentos. Além disso, consumia muita energia e apresentava manutenção complexa. Nesse contexto, o microprocessador contribuiu para a redução do espaço físico, passando a reconhecer comandos e sensores com maior precisão e rapidez.

Além disso, o processador pode ser facilmente adaptado para reconhecer novas funções e tarefas, podendo ser programado e reprogramado conforme a necessidade. O custo de fabricação dos componentes eletrônicos diminuiu e a qualidade aumentou, fato que continua ocorrendo atualmente, permitindo que semicondutores, transistores e circuitos integrados se tornassem extremamente precisos, menores, mais versáteis e mais baratos. Isso beneficiou as indústrias e diversas outras áreas, reduzindo o volume e o custo dos painéis de comando utilizados em máquinas industriais e tornando as máquinas cada vez mais flexíveis para a

fabricação de diferentes produtos. Assim, surgiu a automatização industrial baseada em processadores eletrônicos.

Essa tecnologia substituiu o grande número de relés, temporizadores e placas dedicadas presentes nas máquinas industriais, simplificando toda a operação e permitindo programar rapidamente os equipamentos para fabricar diferentes produtos em uma mesma linha de produção.

Na área de áudio e vídeo, o microcontrolador permitiu controlar equipamentos por meio de controle remoto, eliminando diversos sistemas mecânicos e aumentando a rapidez e a precisão das operações.

Graças a essa revolução tecnológica, o microprocessador passou a controlar todas as operações de um *CDP* por meio de controle remoto e a gerenciar o funcionamento do processador de leitura de dados. Entre essas funções, podemos citar a abertura e o fechamento do compartimento do *CD*, a execução de comandos como play, stop e avanço de faixa, o aumento ou a diminuição do volume, o monitoramento das tensões de alimentação dos diversos estágios e a avaliação das respostas dos sensores, entre muitas outras aplicações.

MICROPROCESSADOR

A arquitetura interna do microprocessador é complexa, e a cada nova geração torna-se ainda mais avançada rápida e mais eficiente. Esse avanço garante que o microprocessador seja capaz de executar programas cada vez mais complexos com velocidade de processamento cada vez maior, exigindo que dentro do seu encapsulamento um número crescente de componentes.

O princípio da **Lei de Moore**, estabelece que o número de **transistores** (os componentes básicos) em um circuito integrado dobra aproximadamente a cada **dois anos**, mantendo o custo de fabricação constante (Gordon Moore, 1965).

Estudaremos apenas os microprocessadores e microcontroladores utilizados em equipamentos de áudio e vídeo e *CDPs* (*Compact Disk Prayer*). Os microprocessadores usados em *CDPs* são semelhantes aos empregados em diversos equipamentos domésticos e industriais e, em geral, utilizam programação dedicada, ou seja, sua programação é feita industrialmente.

Entretanto, alguns desses aparelhos possuem memórias do tipo *EEPROM*, permitindo alterar determinadas funções durante a gravação dessas memórias. Por exemplo, é possível armazenar o nível de volume utilizado antes do desligamento do aparelho, fazendo com que ele seja religado no mesmo nível. Da mesma forma, caso um disco permaneça dentro do *CDP*, ao ligar novamente o equipamento, o processador lerá as informações gravadas na memória *EEPROM* e retomará o funcionamento a partir desse ponto.

A memória *EEPROM* possui diversas outras aplicações e funções, que o leitor poderá pesquisar em manuais técnicos especializados.

DIAGRAMA EM BLOCOS DO CDP TECHNICS SL-P2

Na Figura 130 da Revista CTA, edição 27, podemos ver o diagrama em blocos descrito em nosso curso. Já na Figura 167, é apresentado o diagrama em blocos do *CDP Technics SL-P2*, extraído do manual técnico

original. Deixaremos que o leitor faça sua própria análise e tire suas conclusões.

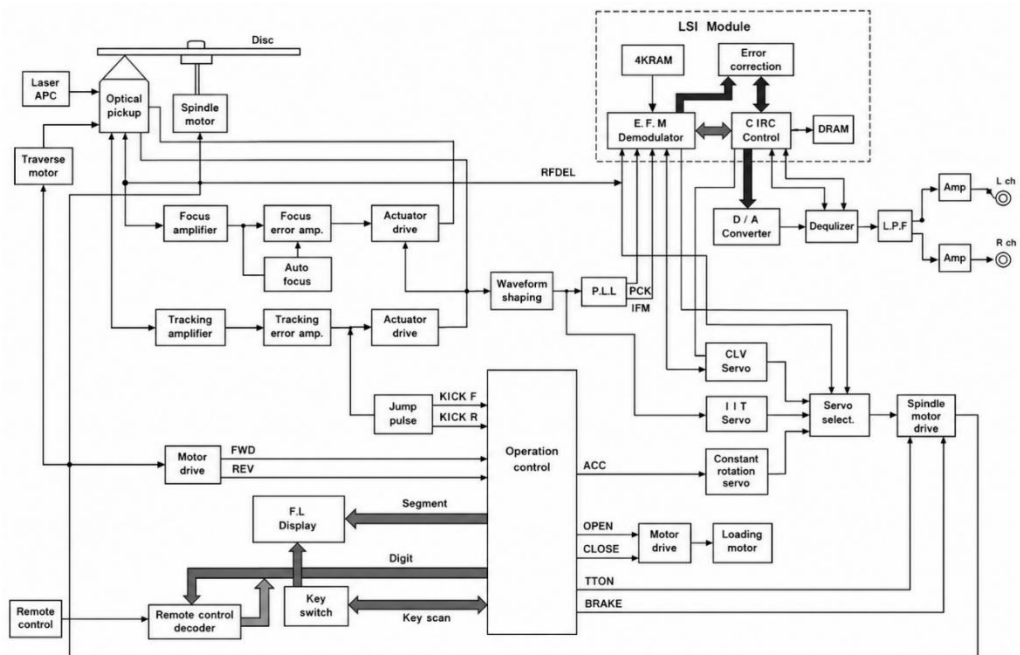


Figura 167

DIAGRAMA EM BLOCOS DO MICROPROCESSADOR DO CDP TECHNICS

Na Figura 168, podemos observar o diagrama em blocos do microprocessador e de seus elementos periféricos (externos). Para que ele possa controlar determinada função, faz-se necessário o uso de sensores, que podem ser simples chaves elétricas.

Ainda nesta figura, podemos ver a chave *Open/Close*, responsável por informar ao microprocessador se a bandeja do CD está posicionada dentro ou fora do compartimento do disco. Assim, ao pressionarmos a tecla *Open/Close* do painel do CDP, ou a tecla *Open/Close* do controle remoto, o microprocessador receberá o comando pela matriz de teclas do CDP ou pelo sensor remoto D1 (foto-diodo), que polariza o transistor T1, aplicando o sinal correspondente ao microprocessador.

Em seguida, o microprocessador analisará (detectará) os dois sensores, *Open* e *Close*, ligados ao processador mostrado na figura. Caso o sensor ou a chave *Open* apresente nível alto, que pode ser de 3,3 V ou 5 V, e a chave *Close* apresente 0 V (nível baixo), o microprocessador entenderá que a gaveta do CD está fechada ou recolhida e que deverá ser aberta.

A partir disso, o processador seguirá sua programação interna e enviará um nível de tensão (alto ou baixo, dependendo do projeto) para o drive do motor de carregamento (*loading*). Dessa forma, a gaveta será aberta, permitindo o acesso ao compartimento onde o disco é inserido.

Se pressionarmos novamente a tecla *Open/Close*, a gaveta será fechada e o microprocessador iniciará a rotina de pesquisa para a leitura do CD.

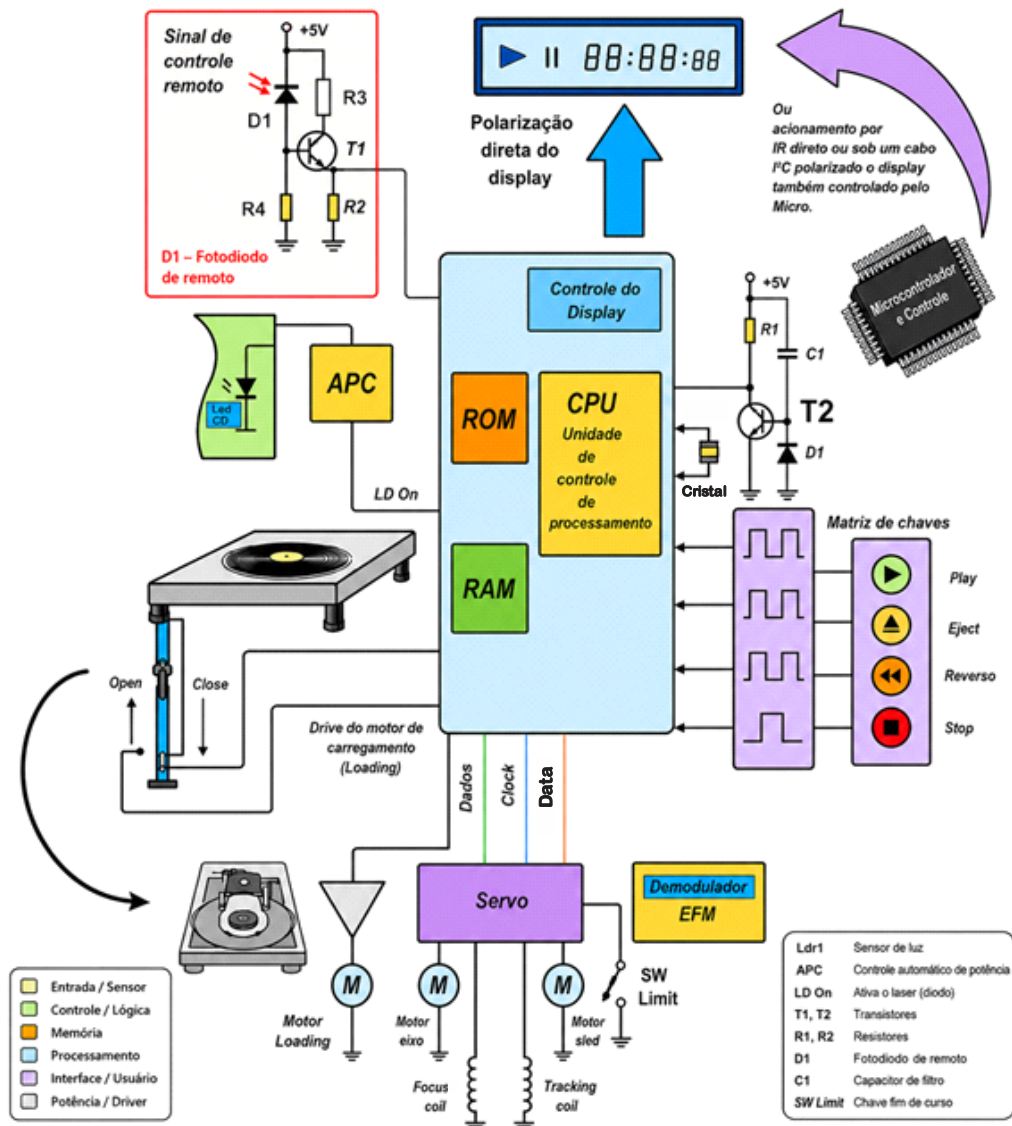


Figura 168

Agora vamos analisar o funcionamento básico de um microprocessador, o que servirá como lógica de análise dos circuitos elétricos do *CDP Technics* e também para a manutenção de qualquer tipo de microprocessador.

A primeira etapa consiste em medir a tensão de alimentação, que deve ser estável, normalmente na faixa de 3,3 V ou (5 V nos processadores mais antigos). A tolerância dessa alimentação, assim como seu *ripple*, não deve ser superior a 5%.

O próximo passo é a medição da tensão de *reset*, que pode operar em nível baixo ou alto. No caso do processador *Technics*, o nível de *reset* é alto, podendo ser de 3,3 V ou 5 V. Na figura, o *reset* é realizado pelo transistor C1, D1 e T2.

O *reset* ocorre quando T2 satura durante o tempo de carga de C1, mantendo a tensão de coletor em nível baixo (0V). O diodo D1 reforça a polarização da base de T2 enquanto C1 se carrega. Após o término da carga de C1, o transistor T2 e o diodo D1 iram permanecer cortados, forçando

a tensão de coletor de T1 para nível alto. O processo de *reset* ocorre em milissegundos, no instante em que ligamos o CDP à rede de alimentação.

O *reset* paralisa o microprocessador até a fonte estabilizar, ou seja, permite o micro começar seu trabalho a partir do zero. Caso o *reset* não existisse, o microprocessador iniciaria a execução do programa de forma aleatória, o que fatalmente ocasionaria erros de funcionamento.

O próximo passo na análise do microprocessador é verificar se há um sinal senoidal de frequência adequada em seu cristal, responsável por gerar internamente o sinal denominado *clock*. Esse sinal permite que o microprocessador siga uma sequência lógica de funcionamento, ou seja, ele precisa “saber que horas são”.

Para isso, o microprocessador deve receber um sinal proveniente do circuito oscilador, que deve ser extremamente preciso e baseado em um cristal denominado *clock*, termo que, em inglês, significa relógio. Esse circuito gera uma forma de onda senoidal que, posteriormente, será convertida em onda quadrada graças a um *Schmitt Trigger* interno.

O sinal digital resultante orientará a sequência de funcionamento do sistema, permitindo que o microprocessador organize seus programas e execute as tarefas no momento correto.

Além dessas medições, também devemos considerar outras tensões e sinais de referência aplicados ao microprocessador, tais como tensões das fontes de alimentação, tensões de liberação e habilitação de outros estágios do CDP, referências de tensão e referências de temperatura, entre outras.

No CDP, podemos encontrar diversos tipos de sensores, como chaves mecânicas, sensores indutivos ou ópticos, além de atuadores, como motores, relés e bobinas. Também fazem parte do sistema o sensor de controle remoto e o teclado de comando.

O teclado, ou matriz de teclas, serve acionarmos diversas funções ou operações do micro (ou microcontrolador). No CDP, o teclado informa qual rotina de trabalho foi solicitada pelo usuário, como, por exemplo, as teclas de avanço, retrocesso, *play* ou *stop*, que comunicam ao microprocessador a função desejada.

O microprocessador sabe se a gaveta está aberta ou fechada, para isto, utiliza-se um sensor baseado em chaves mecânicas, que informa ao microprocessador, por meio de suas entradas, em qual posição a gaveta se encontra. Caso o microprocessador não consiga identificar essa posição, ele acionará a rotina de procura de posição, fazendo com que a gaveta abra ou feche até encontrar a posição correta.

Caso a posição correta não seja encontrada, o motor será desligado após determinado tempo, entrando em modo de proteção. Nesse caso, o microprocessador enviará ao display mensagens como “*Protect*” ou “*Error*”. Se desligarmos e religarmos o CDP, o microprocessador repetirá a rotina de procura.

O funcionamento da matriz de teclas ocorre quando pressionamos determinada tecla, fazendo com que haja a combinação de dois trens de pulsos, gerando o código PCM (*Pulse Code Modulation*), também conhecido como modulação por código de pulso. Por meio desse código, o microprocessador reconhecerá determinada rotina, graças à programação armazenada em sua memória, e executará a tarefa correspondente.

Outro meio de executar comandos é por meio do controle remoto com microprocessador, visto na Figura 169. Ao pressionarmos qualquer tecla do controle remoto, ocorrerá também a combinação de dois trens de pulsos (entre um dos pinos de 8 a 13 e um dos pinos de 14 a 21), os quais serão codificados internamente, formando um trem de pulsos.

Esses pulsos serão enviados por uma única via (bus de informações) para um amplificador interno, cuja saída ocorre no pino 6. Em seguida, o sinal será aplicado a um transistor seguidor de emissor Q1, responsável por excitar um *Led* transmissor de infravermelho.

Essa luz infravermelha será enviada ao receptor (*CDP*), mesmo a alguns metros de distância, sendo captada por um sensor infravermelho, denominado fotodiodo D1, mostrado na Figura 168. Em seguida, o sinal será amplificado e enviado ao microprocessador do *CDP*, onde será interpretado internamente.

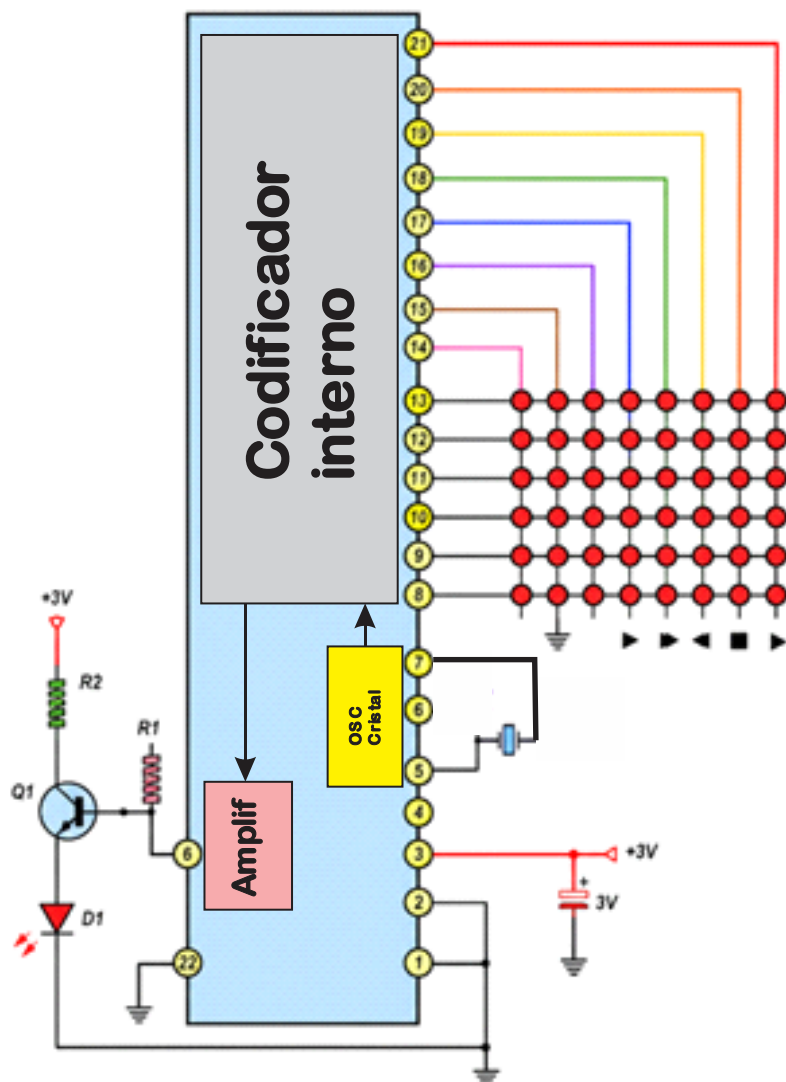


Figura 169

Alguns microprocessadores polarizam diretamente um display valvulado, enquanto outros se comunicam com um segundo microprocessador dedicado ao acionamento desse display. Assim, quando pressionamos a tecla *Play*, por exemplo, o microprocessador executa a tarefa correspondente e sinaliza ao usuário, por meio do display, a operação realizada.

Em *micro systems* com mais de um microprocessador, é necessário criar um sistema de comunicação entre o rádio, o *CDP* e o *tape deck* e *toca disco*. Essa técnica baseia-se em três vias de comunicação chamadas *bus* de dados. A primeira via é denominada *Clock*, responsável pela coordenação e sincronização de dados entre os microprocessadores. A segunda via é chamada *Data*, responsável pelo envio de informações ou comandos de comunicação, podendo ser bidirecional, ou seja, o microprocessador envia informações para outros microprocessadores e, posteriormente, recebe respostas pela mesma via. Por último, temos a via de endereçamento (*Address*) (responsável por identificar o microprocessador e enviar dados, ilustrado basicamente na figura 168. Assim, com apenas três vias de comunicação, é possível interligar diversos microprocessadores e estabelecer comunicação entre eles de forma confiável e sem erros.

Em aparelhos mais modernos a tecnologia de transmissão e recepção de dados é conhecida como comunicação serial. Os protocolos de *vchardware* mais utilizados para fazer essa ponte em duas vias entre o microprocessador e uma memória *EEPROM* são o *I2C* e o *SPI*.

Caso o leitor queira aprimorar seus conhecimentos sobre os protocolos desta tecnologia *I2C* o mesmo pode pesquisa melhor em diversos sites da internet.

ROTINA DE TRABALHO DO MICROPROCESSADOR DO CDP

Agora que conhecemos um pouco melhor esse microprocessador utilizado em *CDP*, vamos estudar sua sequência de funcionamento desde o momento em que pressionamos a tecla *Open/Close* até a leitura do disco de *CD*. Essa análise servirá como base para a localização de defeitos durante procedimentos de manutenção, nas figuras 168.

Após inserir o disco de *CD* na gaveta, o usuário deverá pressionar novamente a tecla *Open/Close* (ou tecla *Eject*), localizada no painel. Assim, quando o microprocessador receber o comando do usuário, consultará sua memória e verificará a posição da gaveta, que estará em *Open*. Somente então o microprocessador acionará o motor de carregamento (*Loading*) para fechar a gaveta, polarizando o motor até que a chave *Close* passe para nível baixo.

Toda vez que uma função for executada, o microprocessador consultará sua memória para determinar qual será a próxima tarefa. Nesse caso, a próxima etapa será verificar a posição da chave de fim de curso (*SW Limit*) da unidade óptica, que indica se a unidade óptica está posicionada no centro do disco.

Caso a unidade não esteja corretamente posicionada no centro do disco de *CD*, o microprocessador acionará o motor de deslocamento da unidade (*Motor Sled*), obrigando a se posicionar adequadamente. A

confirmação dessa posição será dada pelo acionamento da chave de fim de curso (*SW Limit*), localizada próxima ao motor do disco da unidade óptica.

Após essa etapa, o microprocessador consultará novamente sua memória e verificará que deve polarizar o *APC* e o *Led laser* (comando *LDON*). O microprocessador liberará o funcionamento do circuito *APC* (*Automatic Power Control*), responsável por garantir a polarização adequada do laser da unidade óptica.

O circuito *APC* ainda necessita de uma realimentação negativa (*feedback*) proveniente dos fotodiodos de leitura da unidade óptica para executar corretamente essa função. O circuito *APC* já foi abordado antes consulte edições anteriores da Revista CTA Eletrônica.

A detecção do disco de *CD* ocorrerá durante a procura de foco. Caso o servo de foco não consiga encontrar o foco correto, o microprocessador realizará apenas três tentativas. Durante essas tentativas, se houver um disco de *CD* presente, ocorrerá a reflexão da luz laser emitida sobre os fotodiodos posicionados no interior da unidade óptica, gerando um sinal na saída do amplificador dos fotodiodos (Revista 31, a partir da Figura 158), denominado *Eye Pattern*, mostrado na Figura 170.

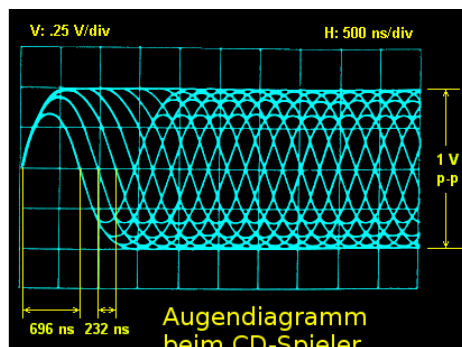


Figura 170 Sinal *Eye Pattern*

Se tiver um disco de *CD* dentro do compartimento o *box* do *CD* a reflexão da luz laser captada pelos fotodiodos da unidade óptica gera um sinal característico na saída denominado *Eye Pattern*. Como o motor do disco ainda não foi acionado, esse sinal apresenta-se inicialmente como um ruído, modificando levemente o sinal *EFM PLL*, que será enviado ao demodulador *EFM*, onde será detectada a presença do disco.

Em seguida, haverá comunicação entre esse estágio e o microprocessador, informando a presença do disco. O microprocessador consultará então sua memória *ROM* e executará a próxima instrução, que consiste em comunicar-se com o servo por meio da comunicação de três vias. Assim, o servo acionará o comando *MON* (*Motor On*), ligando o motor do disco (*disc motor* ou *Spinder motor*).

Com o acionamento do motor do disco, o servo de foco assumirá o total controle, sinalizando essa condição por meio do comando *FOCO OK*. Esse comando desativará a procura de foco e ativará a procura de *tracking* (também controlada pelo microprocessador), até que o circuito servo de *tracking* encontre as trilhas corretas e possa assumir a partir daí e iniciar a leitura dos dados. A análise de funcionamento dos servos de *tracking* e foco foram abordados nas edições anteriores revista CTA Eletrônica (26 a 30).

Assim, o sinal *Eye Pattern* atingirá um nível suficiente para informar ao microprocessador que há sinal de *RF* (*Rádio Frequency*). Nesse momento ocorrerá a leitura inicial dos dados contidos no disco. As variações de luz captadas pelos fotodiodos serão convertidas em variações elétricas e amplificadas, formando o sinal *Eye Pattern*, que também será utilizado para o controle dos erros de foco e *tracking*.

Os dados serão enviados ao formador do sinal *EFM PLL* e, posteriormente, ao demodulador *EFM*, onde será realizada a leitura do *TOC* (*Table of Contents* — tabela de conteúdo), que contém todas as informações referentes ao número de músicas, trilhas e utilização ou não de ênfase. Mais informações sobre o *TOC* podem ser encontradas na edição nº 25, página 21, desta revista.

Após decodificar e separar as informações do *TOC*, o demodulador *EFM* enviará esses dados ao microprocessador pelas três vias de comunicação. O microprocessador armazenará essas informações em sua memória *RAM* (*Random Access Memory* — memória de acesso aleatório). Essa memória manterá as informações armazenadas enquanto o microprocessador estiver alimentado. Entretanto, caso o *CDP* seja desligado ou o disco seja ejetado, todas as informações serão perdidas, sendo necessário repetir todo o processo descrito anteriormente para recarregar a memória *RAM*.

Logo após a leitura do *TOC*, o disco de *CD* ficará em *stand by* e o microprocessador aguardará um novo comando do usuário, como, por exemplo, o comando *Play*. No modo de leitura do *CD* ou música o sinal *Eye Pattern*, será gerado onde podemos reproduzir os dados gravados no disco de *CD*.

Contudo, devido a diversas imperfeições do disco, como ondulações nos *pits* e *lands*, o sinal obtido apresenta forma semi-senoidal, impossibilitando seu processamento direto pelo circuito digital. Dessa forma, torna-se necessário convertê-lo em *EFM PLL*, que, além de sincronizar os dados lidos do disco com o oscilador de 4,3218 MHz, também corrige as ondulações do sinal *Eye Pattern*, tornando-o totalmente digital.

Posteriormente, esses dados são enviados ao demodulador *EFM*, onde ocorre a decodificação dos dados de 14 bits para 8 bits. Em seguida, os dados são processados pelo circuito *CIRC*, responsável pela correção de erros. Os erros de maior proporção são corrigidos pelo sistema de interpolação linear. Após todo esse processamento, os dados digitais estarão prontos para serem convertidos em áudio.

Os sinais filtrados podem sofrer ou não ênfase, definida pelo microprocessador após a consulta ao *TOC*. Nesse momento, os dados digitais já foram totalmente convertidos em sinais analógicos, ou seja, o sinal de áudio está pronto para ser amplificado e reproduzido ao usuário.

CONTROLE BASICOS DE CONTROLE DO MICROPROCESSADOR

Na Figura 169, temos o diagrama em blocos de um microprocessador e suas interligações, que servirão como base para nosso estudo. Entretanto, devido ao grande número de componentes envolvidos, não é possível apresentar uma explicação detalhada em nível de circuito elétrico. Caso

necessário, serão apresentados alguns circuitos didáticos que auxiliarão no entendimento básico de funcionamento.

Esse diagrama em blocos pode ser aplicado a diversos tipos de microprocessadores, pois todos são capazes de comparar os dados aplicados em suas entradas externas com as informações armazenadas na memória ROM. Quando a memória ROM confirma à CPU a função selecionada, um comando é gerado. Esse comando pode ser enviado para fora do microprocessador por saídas diretas ou através de três vias de comunicação de 16 bits cada: dados (*data*), controle (*control*) e endereço (*address*).

Esses sinais são digitais do tipo *PCM* paralelo de 16 bits, possuindo níveis lógicos distintos representados por “0” e “1”. As três vias são denominadas *Bus de Dados*, *Bus de Controle* e *Bus de Endereço*.

Essa técnica permite que os dados sejam endereçados à CPU (Unidade Central de Processamento), que, por sua vez, consulta a memória ROM e compara as informações recebidas com os dados provenientes da unidade de controle aritmético e lógico. Como resultado, são gerados sinais de resposta ou comandos, que passam por codificação e são aplicados às três linhas de *bus*.

Dessa forma, o bloco de saída pode receber essas informações, permitindo que os sinais de saída sejam de nível alto, nível baixo ou ainda codificados em *PWM* (*Pulse Width Modulation* — modulação por largura de pulso), utilizado, por exemplo, no controle de volume.

Outro método de comunicação consiste em converter essas três vias paralelas de 16 bits em comunicação serial. Nesse sistema, os sinais de dados, controle e endereço passam a utilizar apenas uma linha para *Data* (dados) e outra para *Clock*. Embora essa técnica utilize menos fios, a velocidade de comunicação torna-se menor.

O QUE SÃO BUS DE CONTROLE, DADOS E ENDEREÇO

Trata-se de uma técnica semelhante à comunicação externa de três vias, baseada em *Data*, *Dados* e *Clock*. A principal diferença está na quantidade de linhas de comunicação. Cada via, denominada *Bus* (que significa “barramento” ou “via”), possui resolução de 16 bits, ou seja, 16 linhas físicas de comunicação, permitindo mais de 65 mil combinações de informação.

Para que esse sistema funcione, são necessários três barramentos de 16 bits cada, denominados:

- *Bus de Controle*;
- *Bus de Dados*;
- *Bus de Endereço*.

A Figura 171 apresenta uma representação simplificada da constituição de cada barramento de 16 bits.

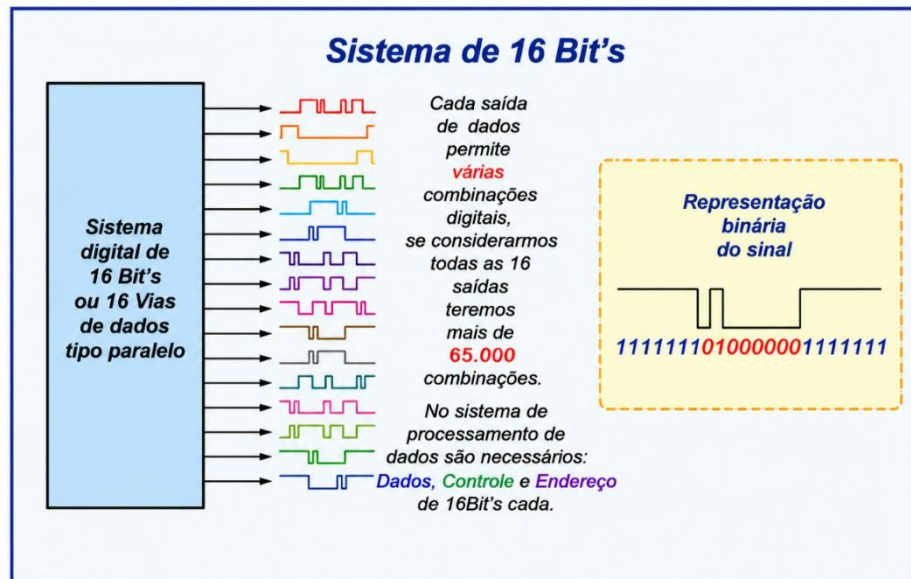


Figura 171

BUS DE CONTROLE

O *Bus de Controle* é responsável por controlar o fluxo e o sincronismo dos dados, funcionando de maneira semelhante ao sinal de *Clock*.

BUS DE DADOS

No *Bus de Dados* trafegam as informações destinadas à *CPU*, à memória e aos demais estágios do microprocessador.

BUS DE ENDEREÇO

O *Bus de Endereço* é responsável por determinar para onde os dados serão enviados, identificando os dispositivos ou posições de memória que deverão receber ou fornecer informações.

Os sinais da memória *RAM* são convertidos em série, recebendo o nome de *DATA*, sendo utilizados para localizar o circuito desejado. Já os sinais de informação são convertidos em *DADOS*, responsáveis pela transmissão de comandos e respostas entre os circuitos integrados (*ICs*). Para que esses circuitos possam operar de forma sincronizada, utiliza-se um sinal denominado *CLOCK*.

Quando uma informação é transmitida, ela estará presente nas entradas de todos os *ICs*, também chamados de submicroprocessadores. Quando o comando *DATA* é enviado, o *IC* selecionado converte internamente essas informações em sinais paralelos, que serão aplicados a um conjunto de portas lógicas *AND*. Se esses dados coincidirem com os sinais aplicados nas demais entradas dessas portas, ocorrerá a habilitação das informações, fazendo com que o submicroprocessador decodifique imediatamente os dados e acione a leitura de um sensor ou a execução de um comando.

Caso o submicroprocessador necessite retornar alguma informação, ele acionará o endereçamento do microprocessador principal através da linha *DATA*, permitindo que a resposta seja transmitida.

Voltando à Figura 169, o microprocessador deve coordenar todo o funcionamento do *CDP*. Para isso, ele precisa saber o que está acontecendo no sistema, utilizando sensores como chaves elétricas, bobinas, sensores ópticos ou simplesmente níveis de tensão, que informam à *CPU* as condições de funcionamento para que ela execute o programa correspondente.

Os sensores informam o microprocessador através de níveis de tensão distintos, representando níveis lógicos alto e baixo. Cabe ao microprocessador converter esses níveis de tensão nos respectivos barramentos (*Bus*) internos de comunicação de 16 bits, tais como:

- *Bus de Dados*: responsável pelas informações de comando e resposta;
- *Bus de Controle*: relacionado ao sinal de *clock*;
- *Bus de Endereço*: responsável pelo direcionamento das informações.

•

Esses dados são enviados à memória *RAM* ou diretamente à *CPU*, permitindo que ela compare as informações recebidas com os dados armazenados na memória *ROM*. Se a *CPU* confirmar a correspondência entre os dados, será gerada uma resposta, que poderá ser coletada pelo bloco de saída de dados. Essa resposta pode apresentar nível lógico alto ou baixo.

Caso a resposta da *CPU* não seja enviada diretamente pelo bloco de saída, ela poderá ainda ser convertida em três vias seriais de comunicação de 16 bits, também conhecidas como *PCM*. Dessa forma, o microprocessador, utilizando seus sensores, consegue coordenar corretamente o funcionamento do *CDP*.

Entretanto, quem realmente coordena todo o funcionamento do sistema não é apenas o microprocessador, mas principalmente um circuito interno denominado *CPU* (*Central Processing Unit* — Unidade Central de Processamento). Internamente, a *CPU* é composta por um decodificador aritmético, isto é, portas lógicas (*AND*, *OR*, *Exclusive OR* etc.), uma rede de registradores de deslocamento chamada *Shift Register* (conversor paralelo-série ou série-paralelo) e uma unidade de controle orientada por memória *ROM*, responsável pela programação de funcionamento do sistema, não acessível ao usuário.

EXPLANAÇÃO DE UMACPUBÁSICA

Usaremos com base a Figura 172 e em caráter apenas didático, servindo para fornecer uma ideia simplificada do funcionamento de uma *CPU*.

Uma *CPU* normalmente trabalha com mais de 16 bits, possibilitando mais de 65 mil combinações de dados. A estrutura interna de um microprocessador tornou-se tão complexa que a quantidade de componentes por centímetro quadrado pode ultrapassar 200 mil elementos, tornando

praticamente impossível sua análise completa, já que esses detalhes normalmente não são disponibilizados em *datasheets* (*data books*).

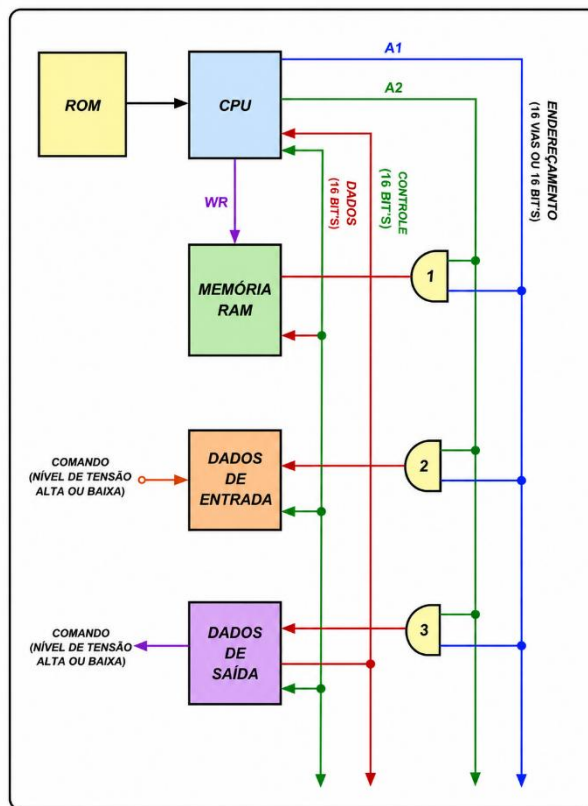


Figura 172

A memória *ROM* (Memória de dados) armazena todas as informações de controle da *CPU*, permitindo coordenar o funcionamento do microprocessador. Trata-se de uma memória permanente, ou seja, os dados nela armazenados não são perdidos mesmo quando o equipamento é desligado.

A memória *ROM* pode ser representada, de forma simplificada, como um conjunto de chaves abertas e fechadas, equivalentes aos níveis lógicos digitais. Durante a gravação das informações, os circuitos *flip-flop* são configurados para memorizar permanentemente os dados. Cada *flip-flop* é capaz de armazenar apenas um único bit de informação, sendo necessários milhões desses elementos para formar memórias de grande capacidade, como uma memória *ROM* de 16 Mega.

Atualmente existem memórias *ROM* reprogramáveis chamadas *EPROM* (*Erasable Programmable Read Only Memory* — memória somente de leitura programável e apagável). Esse tipo de memória permite uma nova programação realizada por técnicos especializados em programação de microprocessadores, já que qualquer alteração modifica diretamente a rotina de funcionamento do sistema, não sendo acessível ao usuário comum.

REGISTRADOR SHIFT REGISTER

O *Shift Register*(Registrador) nada mais é do que um conversor série-paralelo ou paralelo-série. Dessa forma, os dados de informação podem ser organizados e transferidos de acordo com o sinal de *clock*, sendo aplicados a uma matriz de portas lógicas (Portas *Ands* da figura 172), circuito aritmético. O somador aritmético didático visto na Figura 173 é composto por diversos tipos de portas lógicas; entretanto, no exemplo apresentado, foram utilizadas apenas portas lógicas do tipo *AND*. Assim, quando houver coincidência entre os dados da memória *ROM* e os dados provenientes do *Shift Register*, será gerada uma resposta de dados capaz de acionar determinadas funções, permitindo à *CPU* executar o programa.

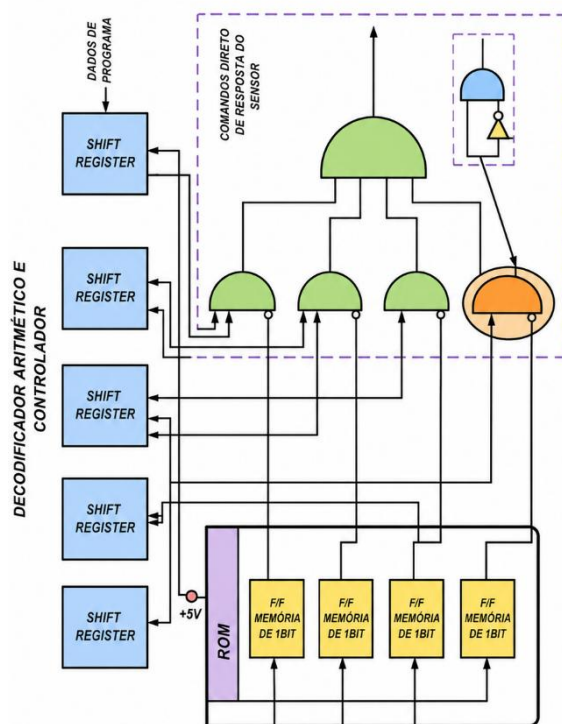


Figura 173

Esse processo permite a separação e comparação dos dados recebidos com as informações armazenadas na memória *ROM*, gerando respostas aos comandos ou aos sinais provenientes dos sensores. As transferências de dados dentro do microprocessador, que devem ser rápidas, pois o aumento do número de bits do barramento eleva a velocidade de transferência de dados. Assim, podemos afirmar que um microprocessador que trabalha com barramento interno de comunicação de 8 bits é bem mais lento do que outro que opera com 16 bits.

Os computadores mais modernos utilizam essa técnica de comunicação interna e externa, sendo necessário um grande número de fios de ligação entre o microprocessador, a memória, os submódulos e os periféricos, como o teclado. Já os microprocessadores utilizados, por exemplo, em CD players, televisores e videocassetes, utilizam internamente esse sistema de comunicação devido à complexidade de seus programas

internos. Entretanto, o sistema de comunicação externo é mais simples, operando apenas com dois níveis de tensão: nível alto e nível baixo.

Assim, a comunicação entre um bloco e outro, como por exemplo entre a *CPU* e sua memória, ocuparia todas as vias do barramento. Graças ao sistema de endereçamento, nenhum outro estágio poderia participar da comunicação, a menos que fosse solicitado pelo endereçamento. A *CPU* somente comandará determinado estágio após consultar os dados de entrada e compará-los com as informações armazenadas em sua memória *ROM*, permitindo, dessa forma, controlar o funcionamento do microprocessador.

Outro fato interessante é que as vias do barramento são bidirecionais. Isso significa que a *CPU* envia dados para a memória *RAM* e, posteriormente, quando necessário, recupera os dados armazenados, bastando inverter a ordem do endereçamento. Para que todo esse processo seja possível, é necessária uma coordenação baseada em um oscilador a cristal.

Observa-se que a *CPU* é orientada por sua memória *ROM*, permitindo, por exemplo, a leitura da entrada de dados mediante o acionamento do endereçamento. Dessa forma, a *CPU* receberá os dados diretamente da entrada de dados, os dados contidos na memória ou ainda poderá enviar os dados processados para a saída de dados, executando seu programa.

Caso se deseje armazenar os dados de entrada na memória *RAM*, basta que a *CPU* solicite o endereçamento e utilize o comando *WR* (*Write* — escrever), permitindo a gravação desses dados na memória. Por outro lado, se a *CPU* desejar ler os dados contidos na memória, acionará o comando *R* (*Read* — ler).

O objetivo é bastante simples: os dados programados na memória *ROM* são comparados com os dados fornecidos pelo registrador de deslocamento no tempo e na quantidade corretos, sendo posteriormente aplicados a uma matriz de portas lógicas digitais do tipo *AND*.

Caso os dados enviados pelo *Shift Register* não correspondam ou não coincidam com os dados armazenados na memória *ROM*, serão geradas respostas diferentes executando outro programa de controle coordenado de forma distinta no *CDP*.

Finalizamos, assim, nosso estudo geral sobre o microprocessador em sua parte interna. Este estudo tem como finalidade ampliar nosso conhecimento técnico sobre o funcionamento desses sistemas.

DIAGRAMA ELÉTRICO DO MICROPROCESSADOR



Figura 174, Imagem gerada por IA, baseado na imagem do manual técnico

O microprocessador, realiza diversos comandos (dados de saída) por meio de seus sensores (dados de entrada), tudo controlado pelo teclado de comando de acesso do usuário. Além disso, esse microprocessador se comunica com o estágio *EFM*, que possui internamente um microprocessador responsável pela coordenação do sistema.

Agora analisaremos o circuito elétrico principal do microprocessador e, posteriormente, a forma como ele polariza seu display, o controle remoto e sua fonte de alimentação.

Na Figura 175 e 176, pode ser observado o esquema elétrico do microprocessador formado pelo IC401 MN15844PCU, responsável pelo controle oCDP da *Technics*.

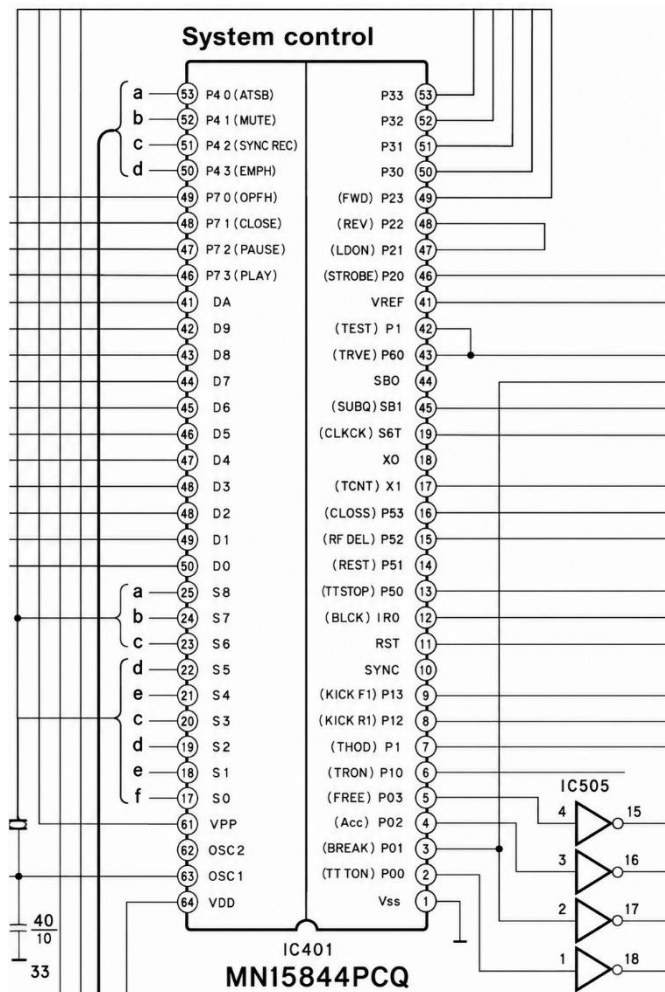


Figura 175

A diagrama interno do Microprocessador IC401 é de código fechado, ou seja, a *Technics* não divulgou no seu material técnico. Vamos analisar o funcionamento baseado na função de cada pino. Na figura 176, podemos observar o diagrama geral em blocos do microprocessador IC401, LSI Module e os circuitos periféricos, responsável pelo controle do CDP. Vamos trabalhar apenas com partes deste esquema, nossa análise vai seguir apenas a lógica de funcionamento baseado no diagrama elétrico e seus pinos e os circuitos externos e suas ligações, todas baseadas no diagrama em

blocos do CDP apresentado na revista CTA eletrônica a partir da edição número 26.

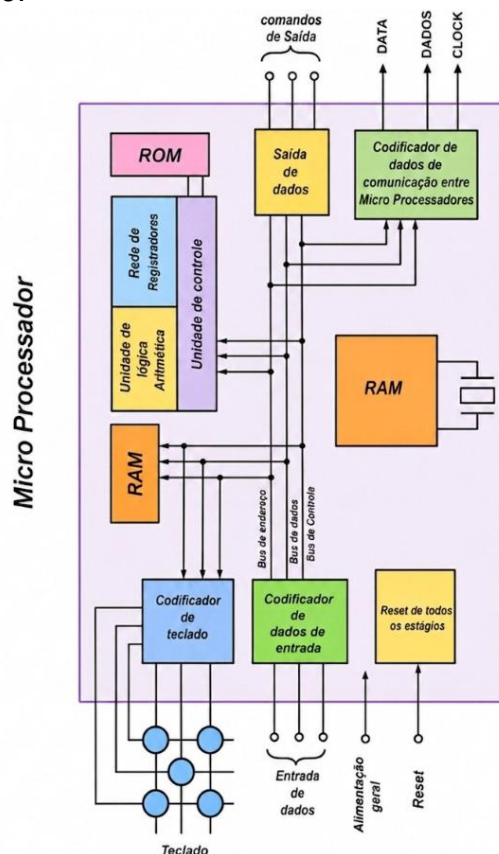


Figura 176

DESCRIÇÃO BÁSICA DE CADA PINO DO MICROPROCESSADOR IC401 DO CDP TECHMICS SL-P2

CLOCK

O módulo LSI Module possui um cristal ligado aos pinos 42 e 43 e fornece um sinal de clock denominado TTCK, que sai pelo pino 17 e é distribuído para algumas partes do CDP, inclusive para o pino 63 do IC401. Esse clock pode ser de 4,3218 MHz ou de um múltiplo dessa frequência.

RESET

Durante a subida de tensão da fonte de alimentação, o microprocessador deve aguardar a estabilização da fonte. Durante esse intervalo, o circuito de *reset* deve impedir o funcionamento do microprocessador.

Após a estabilização da fonte, o circuito de reset libera o funcionamento do microprocessador, iniciando sua operação a partir do programa zero. Caso contrário, o microprocessador poderá iniciar o programa de forma incorreta, ocasionando falhas ou até mesmo a paralisação do sistema.

O reset é realizado pelo transistor Q401 que não está na Figura 175, (mas pode ser visto no esquema completo disponibilizado no fim deste trabalho),

e aplicado ao pino 11 do IC401. O pino 11 possui o símbolo de reset com uma barra superior, indicando que o reset é acionado em nível baixo. Durante o processo de reset, a tensão nesse pino permanece em nível baixo até que as fontes de 9 V e 5 V estejam estabilizadas.

VREF

Trata-se de uma tensão de referência, geralmente de 2,0 V ou 2,5 V, aplicada ao pino 24 do IC401, utilizada para gerar uma referência de liberação para o próprio microprocessador, fornecida por estágios como os circuitos servo e drivers, por exemplo, os amplificadores de RF, foco e tracking.

VCC e VDD

Tensão de 5V estabilizada para polarização do pino 64 do IC401

-VCC e VPP

Tensão de -5V aplicado ao pino 61 do IC401

VSS ou GND

Ligação terra ou massa, correspondente ao potencial de 0V aplicado ao pino 1

PLAY

Quando o usuário aperta a tecla play chave S602, um comando de acionamento da função *PLAY* é realizado pelo usuário, o IC401, libera uma tensão de nível baixo em seu pino 40, como nesta linha temos uma ligação direta com a base do transistor Q405, a tensão cai apenas em 0,6V ou 0,7V (no caso do manual caiu 0,8V). O IC401 vai mandar uma informação ao IC dos *Display* para o mesmo monitorar o andamento no display.

MUTE

Comando fornecido pelo usuário ao microprocessador, ou pelo circuito de controle de interpolação linear, que aciona a função *MUTE*, ou seja, desabilita temporariamente a saída de som. Esse tema foi estudado na edição número 29.

PAUSE

Comando de parada que sai pelo pino 39 do IC401, que congela a leitura de dados no estágio do servo de *tracking* e no bloco demodulador *EFM*, mantendo o disco girando normalmente. Nesse estado, o

servo de *tracking* permanece parado ou estacionado. Quando a função *Pause* é cancelada, a leitura dos dados continua a partir do ponto em que foi interrompida.

KICK F e KICK R

O comando *KICK F* sai pelo pino 9 e realiza o avanço das trilhas ou músicas, permitindo avançar em segundos ou acessar diretamente qualquer faixa, da primeira até a última.

O comando *KICK R* sai pelo pino 8 e realiza o retrocesso das trilhas ou músicas, executando a função oposta ao comando *KICK F*.

SUBQ e CLDCK

O sinal *CLDCK* que sai pelo pino 19 e informa o sincronismo de quadro, permitindo ao microprocessador realizar a leitura dos dados contidos no *SUBQ*.

O *SUBQ* que sai pelo pino 20 e contém informações como número das músicas, número das trilhas e indicação de quais faixas possuem ou não ênfase. Além disso, fornece dados sobre o início e o fim das trilhas, permitindo ao microprocessador localizar o início de qualquer música gravada no disco de *CD*. Esse assunto foi estudado na edição número 25 da revista.

EMPH

Após o microprocessador ler as informações do *TOC* (*Table of Contents*), ele saberá quando acionar o comando Ênfase que sai pelo pino 36, que atua logo após o conversor digital-analógico, alterando o ganho em determinadas frequências. Dessa forma, pode haver atenuação ou não das frequências altas. Esse assunto foi estudado na revista número 30.

LDON

Comando que sai pelo pino 26, responsável por acionar o circuito *APC*, ligando o laser para o início da procura de foco. O circuito *APC* foi estudado na revista número 25.

TR ON

Comando que sai pelo pino 6 e libera o funcionamento da bobina e motor de tracking, ou de tracionamento.

TTON

Comando que sai pelo pino 2 e libera o funcionamento do motor do disco, conforme estudado na edição anterior.

ACC

Comando que sai pelo pino 4 e é responsável pela aceleração do motor do disco até que ele possa ser controlado pelo servo do motor do disco.

FREE

Comando que sai do pino 5 e libera determinado estágio do servo do motor do disco para funcionamento.

BREAK

Comando que sai do pino 3 e é responsável por acionar a parada do motor do disco.

TTSTOP

Sensor que informa ao microprocessador se houve ou não a parada do disco de CD.

CLOSS

No pino 16 sai o comando monitorar o número de trilhas lidas com a informação armazenada na memória do microprocessador, graças ao sinal *PCM SUBQ*, que atualiza essa memória a cada novo quadro lido. Esse circuito é conhecido como atualização do *TOC*.

T HOLD

Comando proveniente do pino 7, que aciona o servo de tracking durante a procura de trilha até que o próprio servo possa assumir essa função automaticamente (revista nº 31).

FO ON

Comando que ativa momentaneamente o servo de foco, acionando a procura de foco. Esse comando somente será desativado quando o microprocessador receber a informação do sensor *RF DET* (revista nº 30).

RF DET

Sensor que informa ao microprocessador se há ou não nível suficiente de sinal captado do disco de CD. Esse sinal é denominado *RF* por apresentar características semelhantes ao sinal de radiofrequência, sendo também conhecido como *Eye Pattern*.

Os pinos 2 ao 28 e 33 ao 40 estão relacionados aos sensores e comandos mencionados anteriormente. Já os pinos 41 ao 60 estão relacionados com a matriz de teclas (teclado), controle remoto e *display*.

Comentamos aqui as funções mais importantes do microprocessador IC401 e outros pinos do IC401 serão comentados logo mais. Deixamos para o leitor pesquisar outros pinos não comentados aqui, do processador IC401 e do LSI Module.

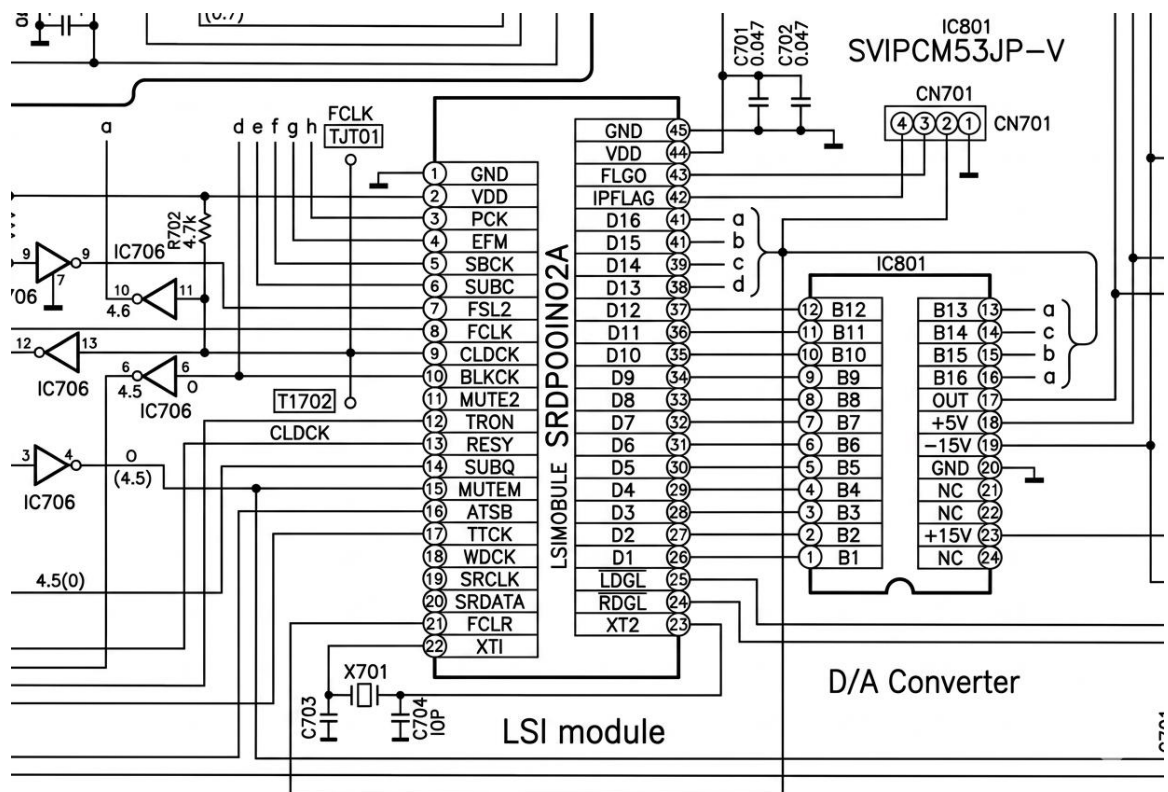


Figura 175

O MOTOR LOADING

Na figura 176, podemos observar o motor *loading* responsável pela abertura e fechamento da gaveta do CDP. Onde temos o circuito integrado do tipo driver IC402, que fornece potência em corrente e tensão ao *Loading Motor* (motor de carregamento), acionado pelo microprocessador IC401 pinos 37 e 38.

Assim, quando o usuário pressiona a tecla *Eject* (S601) o microprocessador deve verificar a posição das chaves S103 e S104. Caso a chave S103 (*close*) esteja fechada e a chave S104 esteja aberta, o microprocessador consegue identificar que a gaveta do CDP está fechada, portanto, o microprocessador deve abrir a gaveta polarizando o IC 402 os pinos 6 com nível alto e 5 com nível baixo.

Para que haja potencia para polarizar o motor o IC402 os pinos 2 e 10 terem corrente e tensão suficiente para acionar o motor loading, promovendo a abertura da gaveta do CD player. Se o usuário pressionar novamente a tecla *Eject*, ocorrerá o processo inverso, realizando o fechamento da gaveta.

Ainda na Figura 176, podemos observar o motor *loading*, responsável pela abertura e pelo fechamento da gaveta do CDP. O circuito integrado do

Assim, quando o usuário pressiona a tecla *Eject* (S601), o microprocessador deve verificar a posição das chaves S103 e S104. Caso a chave S103 (*close*) esteja fechada e a chave S104 esteja aberta, o microprocessador identificará que a gaveta do CDP está fechada. Portanto, o microprocessador deve abrir a gaveta, polarizando os pinos 6 (com nível alto) e 5 (com nível baixo) do IC402.

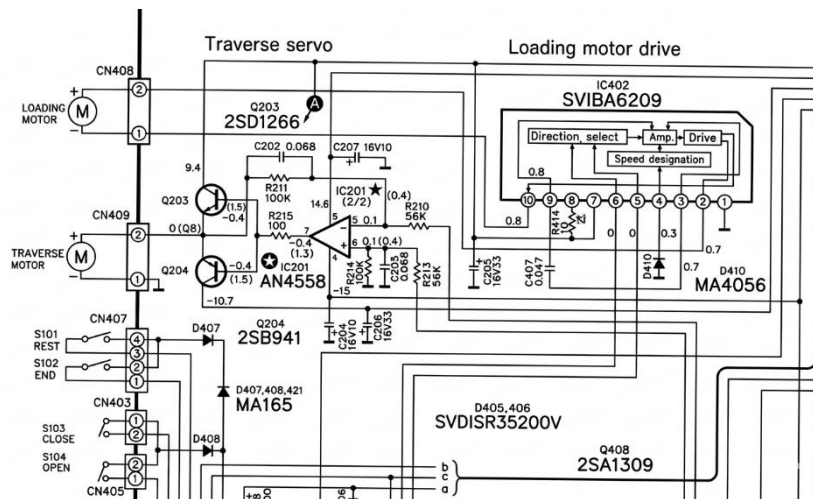


Figura 176

CONTROLE DO MOTOR DE TRACKING

Essa rotina será repetida sempre que um disco de CD for inserido na gaveta do aparelho.

Inicialmente, durante a procura de trilhas, o microprocessador acionará um oscilador com forma de onda dente de serra até que o servo de *tracking* possa assumir o controle automaticamente.

O avanço ou retrocesso também é executado pelo microprocessador por meio dos comandos de avanço de trilhas (*KICK F*) e retrocesso de trilhas (*KICK R*), aplicados aos pinos 8 e 9 do IC401. Esses comandos atuam sobre a bobina de *tracking* e, quando esta chega ao limite de deslocamento, o motor de deslize (*slide*) é acionado.

CONTROLE DO MOTOR DE SPINDLE

Na figura 177, podemos ver o esquema do drive que controla o motor do disco (Spindle Motor). Depois do microprocessador IC401 receber a configuração do ponto ideal de foco do CD o Micro deve acionar do motor do disco (Spindle Motor), onde o micro IC401 através de seu pino 2 libera o comando em nível baixo chamado de T TON que será transformado em nível alto depois do IC505, sendo aplicado no pino 2 do IC501. O motor do disco (Motor Disc), possui duas bobinas para seu funcionamento, para controle muito preciso da velocidade. O IC501 polariza o motor através das saídas output pinos 4 e 5 e pinos 6 e 7. O restante da análise de como este motor controla sua velocidade através com altíssima precisão foi relatado na figura 165 da edição 32 da revista CTA Eletrônica.

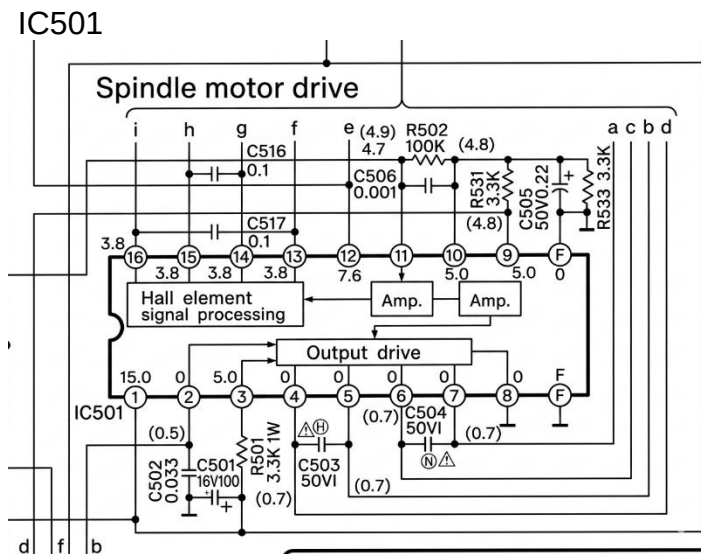


Figura 177

MATRIZ DE TECLAS, CONTROLE REMOTO E DISPLAY

Nas figuras 178, podemos ver a matriz de teclas do Display valvulado e nas Figuras 181, 182 e 183 o restante do circuito do display valvulado. O circuito integrado do Display IC601, além de alimentar o display (FL601), deve se comunicar com o IC401. Voltando na figura 178, podemos ver matriz de teclas e quando apertamos uma determina tecla, haverá a combinação de um dos pinos ((7 ao 14), (A13, A12, A11, A10, B13, B12, B12, B11 e B10)) com uma das teclas entre os pinos 15 ao 18 (ED0, ED1, ED2 e ED3), esta

combinação irá informar ao IC601 o acionamento de uma das 28 teclas, onde o IC601 irá informar ao IC401 a função selecionada para uma determinada função.

MATRIZ DE TECLAS

O circuito integrado IC601 é responsável pela formação do sinal *PCM* (Modulação por Código de Pulsos). Para que essa codificação seja possível, é necessária a combinação de diferentes frequências, gerando múltiplas combinações de sinais. Essas combinações permitem representar códigos binários, como por exemplo:

0000010101111111

Esse código pode ser interpretado pelo microprocessador por meio de um circuito decodificador interno. O decodificador pode utilizar uma memória conectada a uma matriz de portas lógicas do tipo *AND*, realizando a comparação dos dados recebidos e identificando qual comando foi acionado, como, por exemplo, o comando *Play*.

Assim o trem de pulsos é composto por uma grande quantidade de pulsos em diferentes frequências, misturados de forma a gerar a codificação binária interpretada pelo microprocessador. Um exemplo de codificação *PCM* foi estudado na revista número 21 desta série sobre *CDP*.

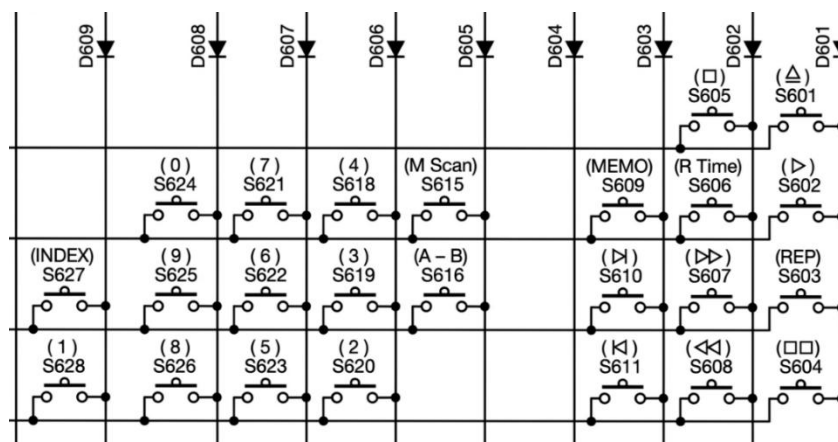


Figura 178

FUNÇÃO DE CADA TECLA DA MATRIZ

Na página 178, é apresentado o diagrama elétrico contendo 28 teclas de comando. Cada tecla é identificada individualmente conforme a numeração das chaves. O símbolo utilizado na maioria das teclas é amplamente empregado em equipamentos eletrônicos atuais.

S601: Tecla responsável pela função *Eject*, utilizada para abrir ou fechar a gaveta do CD.

S602: Tecla de avanço de reprodução (*Play* acelerado).

S603: Tecla de repetição de músicas ou do disco.

S604: Tecla de *Pause*, responsável por interromper temporariamente a leitura do disco e acionar o *Mute*, evitando ruídos durante a pausa.

S605: Tecla de parada do disco, chamada de *Stop*.

S606: Tecla de retardo de tempo, sendo um comando retardado de *stop*.

S607: Tecla de avanço de músicas; seleciona a música seguinte contida no *CD*.

S608: Tecla de retrocesso de músicas; seleciona a música anterior contida no *CD*.

S609: Tecla de Memória; memoriza a sequência de músicas contidas no *CD* ou pula músicas não escolhidas pelo usuário.

S610: Tecla de avanço de trilhas e tempo (segundos), permitindo que o usuário localize um trecho à frente em qualquer música.

S611: Tecla de retrocesso de trilhas e tempo (segundos), permitindo que o usuário localize um trecho anterior em qualquer música.

S612: "Ver a tradução do espanhol da palavra LLAMADA" (Chamada).

S613: Tecla *Play*; aciona a leitura do disco da primeira música até a última.

S614: Tecla *Play*; aciona a leitura do disco da última música até a primeira.

S615: Tecla de memória.

S616: Tecla A-B; indica no *display* a leitura da trilha em ordem crescente e, quando pressionada novamente, indica as trilhas em ordem decrescente.

S617: Tecla *MemoryClear*; apaga a memória programada pelo usuário.

S618 a S626 e S628: São teclas de seleção de música. Por exemplo, se o usuário desejar ouvir a música número 4, basta apertar a tecla 4; se desejar a música 10, deve apertar a tecla 1 e depois a 0 (ou vice-versa, conforme o sistema), formando no *display* o número 10, e assim por diante.

S627: Tecla de indicação de índices; indica o número de músicas contidas no *CD*.

Na Figura 178, na parte superior do esquema temos a matriz de chaves, onde podemos ver alguns diodos (D601 a D609) por onde os sinais provenientes do microprocessador deverão ser aplicados. Esses diodos permitem que o sinal percorra apenas um único sentido, evitando o retorno de dados ao pressionar qualquer tecla.

Quando pressionamos, por exemplo, a chave **S605** (*Stop*), combinamos os dados entregues pelo diodo D602 com os dados gerados no pino 15 do IC601 (entregues pelo diodo D614) da Figura 180, Figura 181 e Figura 182. Esta combinação presente na chave *stop*, ao lado do resistor R601, será colhida pelo microprocessador, que se encarregará de decodificar tais combinações e, finalmente, acionar a função *Stop*. Assim, cada vez que pressionamos uma tecla, temos uma combinação de pulsos diferente, gerando diversos comandos.

O IC601 deverá receber comandos provenientes de um controle remoto; graças a um fotodiodo e um amplificador, eles serão aplicados no pino 26 (SNSI) do IC601. Essa informação (combinação de dados chamada de *PCM* série) será decodificada internamente.

Para que o IC601 possa gerar o trem de pulsos, ele precisará de um oscilador a cristal, gerado por dois transistores (Q621, Q622 e X601 de 600Khz), aplicado no pino 28 do IC601. Temos também um comando de *Reset* aplicado no pino 19 do IC601; este *reset* é efetuado por um circuito externo usado para reiniciar o microprocessador (comentado acima).

SENSOR DO CONTROLE REMOTO

Este sinal PCM série será transmitido por via óptica em infravermelho, sendo detectado pelo sensor de controle remoto que se encontra na figura 179, permitindo que o fotossensor possa captá-lo e reconstituí-lo. Assim, no anodo do fotodiodo, teremos o sinal PCM série com baixo nível de amplificação, sendo este entregue ao pino 1 do IC800, responsável pela amplificação deste sinal.

Já em seu pino 7, este sinal foi amplificado, indo polarizar a base do transistor Q800, onde em seu coletor polarizamos a bobina primária de um transformador T800, permitindo que, em seu secundário, apenas as frequências específicas de seu controle remoto sejam captadas, graças ao seu BPF (*Band Pass Filter*) formado pelo próprio transformador T800 e o capacitor C806. Isto evita que sinais provenientes de outros controles remotos sejam entregues ao microprocessador, o que poderia gerar erros de processamento.

O sinal do controle remoto do CDP será aplicado novamente no IC800 (pino 6) através do diodo D801, sendo mais uma vez amplificado e saindo pelo pino 4, de onde é encaminhado para o pino 26 do circuito integrado IC601, que se encontra na figura 182.

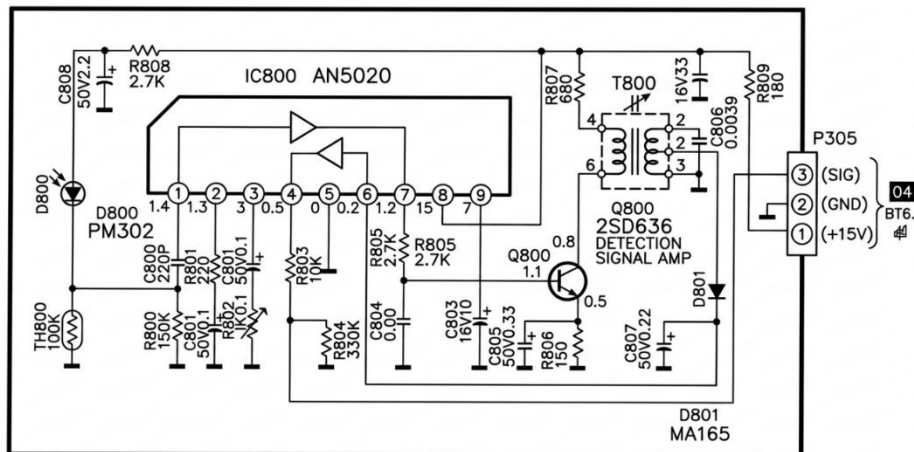


Figura 179

DISPLAY

Na figura 180, podemos ver um diagrama em blocos do circuito do display válvula formado pelo IC601, ligado ao microprocessador IC401. Na Figura 181 e 182 podemos ver o circuito do *display* recebe níveis de tensão pulsativos negativos do pino 2 ao pino 22 do FL601, estes pulsos negativos polarizaram o display valvulado gerando os caracteres como números e nomes para o display.

Além disto os sinais provenientes da matriz de teclas também são usadas também para a polarização do *display*.

O *display* FL601 é valvulado e pode ser visto na Figura 182 e necessita de uma tensão de polarização de filamento em torno de 3,8 VAC pinos 1 e pino 23, fornecida pela fonte de alimentação da Figura 185, por dois enrolamentos de 1,8 VAC. O *display* trabalha com uma tensão negativa de cátodo, sendo necessário deixar o filamento referenciado também a uma tensão negativa; assim, o *center tape* do enrolamento duplo de 1,8Vac, que faz parte da fonte de -15 VDC e portanto, finalizamos nossa análise nesta parte.

CURSO DE CD - CTA ELETRÔNICA - PARTE FINAL
CARLOS O. B. FILHO

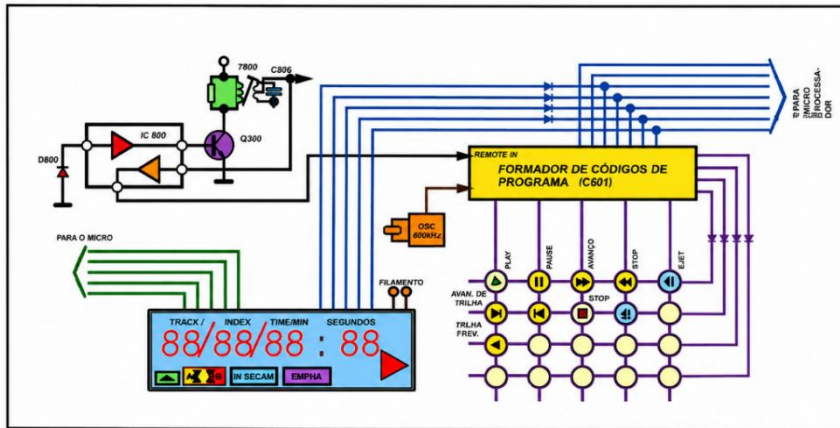


Figura 180

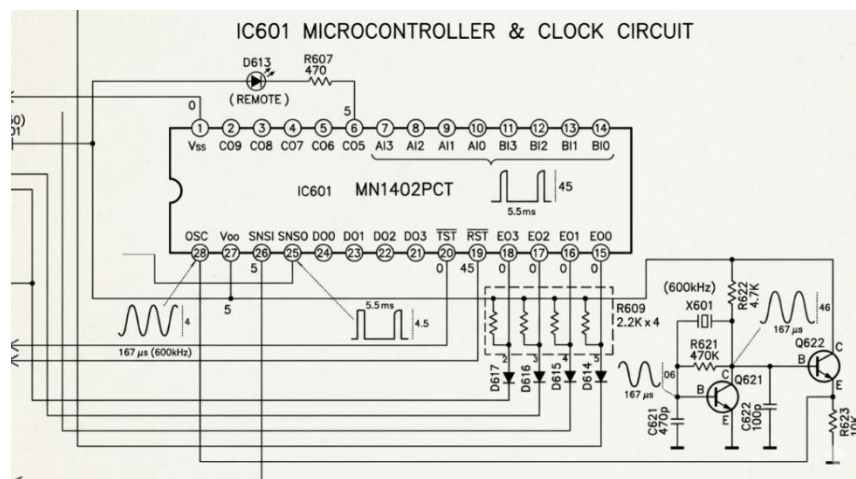
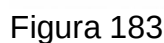


Figura 181



Na figura 183, podemos ver o circuito completo do controle remoto, basicamente constituído pelo circuito integrado IC1, onde temos uma de teclas com as mesmas funções do teclado presente no CDP. As nações para a geração dos trens de pulsos são dadas pelos pinos 8 ao m os pinos 14 ao 21; cada tecla deve ser pressionada uma por vez, contrário serão canceladas.

Uma vez que os trens de pulsos são criados e convertidos em série, os mesmos aparecerão no pino 6 do IC1, sendo aplicados através de R11K na base de Q1 e amplificados em seu coletor, excitando o diodo LED infravermelho D1. A tensão de alimentação é fornecida por duas pilhas de 1,5V, totalizando uma tensão de 3V, que é colhida pelos pinos 1, 2 e 3 do IC1. Já os pinos 4 e 5 estão destinados a receber um cristal responsável pelo sinal de *clock*, que será usado internamente para a geração do sinal *PCM*.



30

Esta técnica de fonte de alimentação, vista nas Figuras 184 e 185, é baseada em reguladores de tensão e ainda é usada hoje em dia. Como essa fonte é de fácil compreensão, não analisaremos seu diagrama em blocos, apenas o seu circuito elétrico. Este *CDP* possui duas versões de fontes primárias: uma para aparelhos apenas em 110 V (127 volts hoje em dia), ligada ao plugue de força A, e a versão 110 V / 220 V, ligada ao plugue de força B, com a tensão selecionada pela chave S2 (Figura 184).

Na Figura 185, notamos que o transformador possui várias saídas secundárias, nas quais destacamos duas de 22 VAC referenciadas em um *center tap* (ponto central) que está ligado ao *GND*. Essas duas tensões AC de 22 V são aplicadas a uma ponte de diodos D1. A tensão de saída dessa ponte, já em corrente contínua e medida sobre C15, é de pouco mais de +22 VDC; já sobre C16, é de um pouco menos de -22 VDC, formando uma fonte simétrica que é aplicada a dois reguladores: o IC1, que regula em +15 VDC, e o IC2, que regula em -15 VDC, garantindo uma tensão de excelente precisão para o uso em vários estágios do *CDP*.

No segundo transformador, temos outro *center tap* ligado à massa e duas saídas de 8 VAC aplicadas a outra ponte de diodos, chamada D2. Sobre o capacitor C17, temos uma tensão de +9 VDC (lembre-se de que a tensão de 8 VAC é a eficaz e a ponte de diodos retifica a tensão de pico, que fica em torno de 12 VDC, mas, com o consumo do circuito, a tensão cai para aproximadamente 9,4 VDC). Essa tensão é regulada pelo IC3 em 5 VDC para alimentar o microprocessador e o demodulador *EFM*. Por fim, no emissor de Q1, temos uma tensão chaveada de -15 V para o uso de diversos estágios do *CDP*.

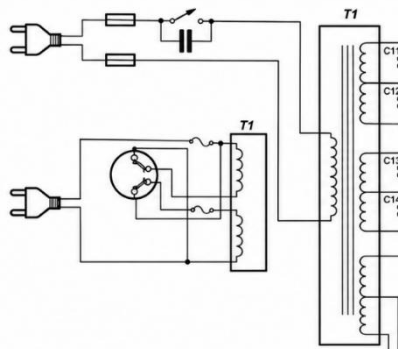


Figura 184

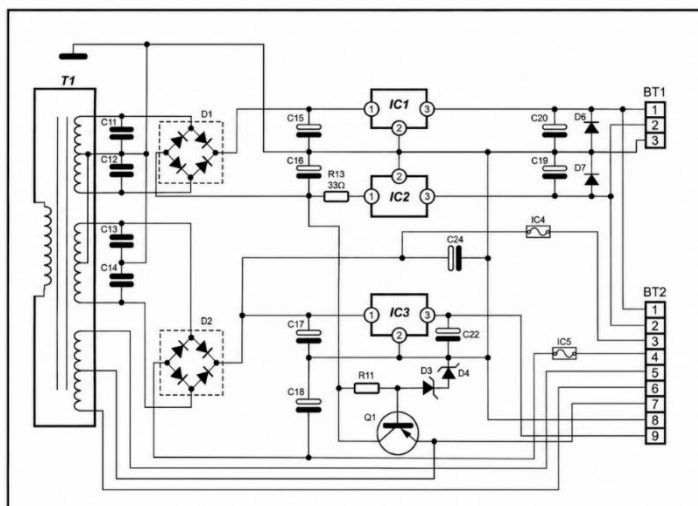


Figura 185

A análise de circuitos baseados nos diagramas elétricos aqui publicados é apenas um apanhado geral. Se fôssemos analisar a fundo o diagrama elétrico do *TECHNICS SL-P2*, precisaríamos de muitas edições. Então, para que o leitor possa prosseguir sozinho com mais análises deste equipamento, vamos fornecer o manual técnico deste *CDP*.

Esperamos que este minicurso tenha ajudado nosso leitor. Muito obrigado por tudo, e assim terminamos a descrição deste *CDP* da *Technics*.