



Primeira Edição

COMPUTADOR DE 4 BITS

**Flávio Pereira
de Oliveira**

Conteúdo

Conteúdo	2
I Computador de 4 bits	5
1 Apresentação	6
2 Descrição da arquitetura	32
3 Contratador de programa	40

4	A Memória de Programas (ROM)	49
5	Unidade Aritmética Lógica (ALU)	55
6	Registros e Buffers	66
7	Microcódigo e Linguagem de Máquina	74
8	(final): Exemplos de Programação	89

Introdução

Inteligência é a habilidade de evitar fazer o trabalho, e mesmo assim conseguir ter o trabalho realizado..
–Linus Trovalds

É um belo lugar para escrever uma introdução ou um prefácio¹.

¹ *Você pode até usar uma nota de rodapé para parecer mais inteligente*

Parte I

COMPUTADOR DE 4 BITS

Capítulo 1

Apresentação

Bem-vindo a uma nova seção do canal nesta seção vou explicar como um computador funciona no máximo Baixo nível possível no qual vou me basear para explicar isso no último projeto em que eu estava trabalhando, que era o projeto de um computador de 4 bits baseado em integrado simples é diga não complexo integrado comportar flip-flops lógicos etc. então sem muito trabalho entre citações levam isso pode ser reduzido para transistores simples este primeiro vídeo como uma introdução É uma apresentação simples

embora para a vantagem com isso é que com este solo vídeo eles não vão entender como funciona detalhe, mas vou explicar o que são as características deste computador suas partes constituintes muito acima sem entrar em muitos detalhes depois para no final vou deixar uma série de exemplos para ver do que é capaz este computador tão limitado e bom Dê crédito às páginas onde eu pego Ideias Vamos ver quais são os características deste computador aqui é um pequeno documento do word para não esquecendo nada de bom tem arquitetura hardware o que isso significa que o memória de programa e memória dados são separados este tipo de arquitetura é muito normal em microcontroladores, como picks e posteriormente em outro tipo de arquitetura em o homem bonjour que é o mais normal em quase todos os computadores onde há uma única memória onde está compartilhar programas com dados digamos que embora o programa possa ser em um tipo de rom é carregado em o carneiro e o e ele corre e ele compartilhar com programas parte memória de programa tem um memória cada programa pode ser máximo

256 bytes e pode e pode ter até 32 programas as instruções são 16 instruções regular o que quero dizer com regular que todas as instruções têm o mesmo comprimento são instruções de 8 bits existem algumas linguagens de máquina onde existem instruções mais curtas em Neste caso são todos iguais destes 16 instruções existem 3 e implementadas é diga que há espaço para três mais instruções do tipo reeves de risco Isso significa que é um conjunto reduzido. de instruções de computador que mais um ciclo de clock por instrução o que Isso significa que toda vez que o clube executa instrução em alguns computadores é muito mais precisa de vários ciclos para executar uma instrução sobre isso não simplesmente um loop executa uma instrução essas instruções são separadas em quatro bits os superiores são o código de funcionamento, ou seja, dizem o que tem que fazer enquanto os quatro encores inferiores são o operando, ou seja, o número os dados com os quais operar aqui vemos o que é o conjunto de instruções bem a instrução o não faz nada é usado para fazer atrasos, por exemplo, não leva em conta o operando e é um operação lógica

a operação nam entre operando e acumulador para 2 para ver um pouco o que é o acumulador muito rápido depois que ele tem uma operação aritmética que é apenas uma soma o que mais é a ideia cardiel operando em o acumulador para isso é passado para coloque o que está no acumulador em a saída tem duas portas ai veja o que mesmo um porto de entrada de valor de carga no acumulador tem uma porta de entrada que os dados passam pelo acumulador Digamos que o acumulador é onde ele vai tudo agora venha todos os dados agora Vamos um pouco mais sobre do que se trata bem, esses dados que você diz ignorar $\text{lucrar } r \text{ AND } b$ coloca o valor de acumulador a no registrador de endereço Isso ocorre porque, se você se lembra, temos o instruções têm 4 bits que são os opcode e operando de 4 bits então 14 bits se quisermos chamar um endereço da memória só podemos ligar para 16 direções porque digamos que 2 a 4 são 16 mas se eu fizer as instruções dos computadores estão em um registro da parte inferior e, em seguida, adicionados 4 bits do operando Posso acessar até 256 bytes de 255 256 porque o o também é incluído por

que diz que o programa tem até 32 programas de 256 bits depois tem isso era coloca o valor do comunicador em um recorde este é um registro de uso geral que você também pode ler e gravar vemos como se car a carga o valor do acumulador de registros para este outro operação esses dois que não implementam e estes são os saltos os saltos são chama diferentes partes do programa jp e é um salto incondicional e se Eu chamo esta operação por exemplo eu chamo jp e um valor vai para salta para a localização da memória rd en diga o que eu coloquei no registrar mais o que aconteceu com ele no operando e então tem dois saltos condicionais o que é pular sim carregar sim a faixa é ativada ou pula se o zero então veremos um pouco mais o que é isso quando eu explico a luz não tem ram este computador dirá como um computador sem ram soa como um loucura e sim pode ser mas Bem, a ideia é algo muito simples e para que os conceitos sejam compreendidos melhor no futuro eu posso adicioná-lo ram que limita muito as coisas o que o computador pode fazer tem é o acumulador para acumular o dados e, em seguida, este

registro como o chamamos de registros de área de uso geral que também serve como um carneiro entre citações para acumular alguns dados de 4 bits o que mais ele tem, pois já vimos duas portas de saída em ayerbe um porto de entrada que nós os chamamos também um registro de usos gerais e uma avalanche de duas operações uma aritmética que é a soma que vemos aqui no app e uma lógica que é o cndh pode não parecer assim e o É verdade que continua muito, muito pouco, mas como Eu sempre explico a eles que isso é algo para entender como funciona, embora eles vejam nos exemplos que podem ser feitos algumas coisas bem interessantes com um por exemplo com apenas um operação lógica pode fazer algo Eu adicionei isso vai escolher a operação nam porque isso é o que se chama de portão universal então um portão anam eu posso faça um portão não um portão e um portão org short e todos os portões podem ser gerados a partir de se comportar e isso quer dizer que eles podem ser fazer todas as operações lógicas, mas a partir de etapas sucessivas e com o adicione o mesmo com adição simples aritmética pode ser feita outros

operações sim aplicativos adicionam várias vezes o uma exponencial é varias multiplicações uma linha do ponto de vista da aritmética booleana também pode ser com uma soma fazendo-o chamar o complemento de alguém complemento de dois que eu acho que não tem que explicar, mas bem, acredite em mim, eu sei você pode fazer o mesmo quando não tiver ram muito não pode ser feito aritmeticamente com este computador dois saltos condicionais que um é faixas de faixa quando eu adiciono por exemplo é calculado em quatro bits o que significa que o barramento de dados é 4 bits para que possa ser armazenado números de dados, por exemplo, que vão de 0 a 15 em hexadecimal seria de 0 a f quando eu faço uma soma e essa soma excede o valor f por exemplo sumô 88 de 16 ativa um sinal chamado carry carry está em espanhol e então também se o acumulador estiver todo em zero ativa um sinal chamado zero isso é feito para fazer saltos condicionais se for zero que algo aconteça parte do programa se você vir o ativado carne ou jumper outra parte do programa Isso é muito importante no projeto de computadores muito bem com

isso há mais ou menos uma captura de tela do que que as características que eles têm como são as peças um pouco mais divertido ver como isso é montado computador, como eu disse antes, será muito alto muito simples depois em Próximo vídeo eu explico exatamente como funciona, vamos pensar sobre essa parte de cima eu fiz pc pc de contagem de programa e contador de programa o que ele faz que diz o que parte do programa tem que ir como é formado isso um relógio isso é um clube veio se por exemplo 1 555 funcionando como estável e tem estes dois integrados aqui que são contadores Binários síncronos de 4 bits, ou seja, que cada um desses quando chegar a hora clube conta de zero até efe, mas ao seu Tempo o inferior é este vemos que tem um saída o que é isso sou eu que alimenta o entrada deste outro é dizer que este pode contar de zero a ff 255 por é que os programas são limitados para 256 bytes de 0 a 255 e eu disse e tem 32 programas porque esta memória é um memória disso 8 kilobytes, ou seja, por isso são 64 estes podem ser acessados nestes 32 programas alterando a posição de Como esses distritos veem,

este é o boa memória continuamos explicando em esta memória onde o programas são 8 casas 8 kilobytes de memória e bem vou explicar um pouco mais isso informa o endereço de memória e Isso é o que sai digamos em cada endereço de memória há um valor de 8 bytes quais são quais são os instruções reunidas pelo opcode e operando essa parte da rom tem essa outra integrado que é uma árvore de buffer de estado O que isso significa que o que sai de aqui se eu não tiver isso anotado ele vai para o barramento de dados se eu o tiver ligado high não passa nenhum dado porque se não como há muitas coisas que se juntam mesmo barramento de dados não pode ser ativado ao mesmo tempo, porque estariam à altura curto-circuito digamos que se eu tenho um estado alto se outro lhe der um estado baixo seria um curto circuito muito bom e como vemos bom de passos já explicamos este é o barramento de dados este azul o clube também tem é composto e estes nós comportar-se moldar um comportamento e aqui tem um sinal de controle que diz relógio o que ele faz é enviar-lhe um clube o que vai para o acumulador Já que estamos

falando do acumulador, vamos passar para ver a luz os computadores que eu estava vendo semelhante ao que você os projetou passa em seu funcionamento em uma luz que no 74 181 é bastante integrado complexo e difícil de entrar investimento muito mais divertido mais didático faça o seu próprio alou para isso é tão limitado a duas operações de adição Inglaterra como esta forma desta luz e Eu digo o que significa a luz, algo está vindo de unidade toda métrica e lógica para dizer que é o parte do microprocessador que faz o as operações aritméticas adicionam isso a divisão neste caso apenas adiciona e as comparações lógicas Esse integrado que a gente vê aqui é um completo sob isso o que ele faz é adicionar o que entra aqui com o que entra aqui se exceder esse valor, este é ativado saída faz 4 que é o carry para isso a gente vê que vem aqui a gente vê que esse outro vem aqui integrado aqui vamos ver e depois finalmente o sinal de controle é ativado que ele chama de carry aqui temos quantos quatro portões eles andam o que eles fazem na parte de nando então temos esse outro integrado que É um seletor de dados que é o que eu diz os dados que me

interessam que sair daqui são os da soma ou o que Eles doam e eu trato disso com este sinal controle que chama bar vê isso Eu ligo para ela andy mais tarde, isso é para dizer sim somar ou se eles andam que mais como vemos a saída vai para isso outro integrado que é integrado é o que é chamado de tipo flip flow de octal estado da árvore Como eu disse, não vou explicar em detalhe tudo vou fazer uma captura de tela para quem sabe o melhor entende muito do que eu sou dizendo se eles não entendem eu não sei se preocupe o próximo vídeo eu vou explique melhor é octal isso tem até 8 bits vou usar apenas 4 é por isso que eles estão ativados vai nesse caso são mais de 486 esses dois você está de castigo e é isso que faz é o que sai disso deixe em mente e a lógica entre nisso que isso em si é o que eu chamo acumulador o acumulador o que ele faz igualar os resultados e aqueles os resultados voltam à luz aqui neste caso na minha arquitetura eles fazem através de um buffer que é isso que vir aqui para dizer sim, dependendo do sinal de controle que eu tenho quando diz corrente, ou seja, do acumulador para o luz passa dados para

luz ou não passa em muitas arquiteturas de computador eles passam diretamente eu tive que adicionar isso porque é muito simples e eu complicou a questão de difícil, mas mais nós temos esse retângulo aqui que é o detector zero que faz isto é, se é tudo zero ativo isso sinal de controle finalmente chegando aqui que no sinal zero para o saltos condicionais vamos respeitar carrega o zero muito bem vamos seguir em frente agora vamos voltar para o memória, memória, como eu disse, entre um endereço de memória e gera um dado que guardei na memória é o que como eu chamo o programa desses dados como eu te disse as 4 últimas batidas são as dados enquanto os 4 bits superiores são as instruções dita instrução deve ser codificado por computador o que faz essa parte das alças da CPU é o que se chama de unidade de controle, neste caso, isso faz parte do unidade de controle em forças reais ao controle que está todo misturado e vamos lá porque esses buffett também é parte da unidade de controle, mas bom não é muito bom onde colocá-los bom o que isso é o que chama o microfone com o microcódigo que que o que ele faz é de

instruções que te mando venha tomar apenas os quatro principais dados passar para esse integrado que é um 4 a 16 decodificador ou multiplexador também é chamado assim o que torna isso integrado é se eu prometer aqui um 1 para exemplo 1000 aqui esse me excita coloca isso abaixo de todos os outros estados no alto enquanto eu não coloco tudo em um isso me excita na saída 15 digamos que ele está aprendendo de 1 a 1 dependendo dos bits que eu envio para o Entrada cada um desses estados de 0 a 15 São precisamente as 16 instruções que Eu estava nomeando ele se você vier aqui em está nesta tabela terminar o instruções nem boas a efe que não está implementado se você o vir faça o mesmo que você não entendeu e se formos aqui não Digamos que cada instrução desta é implementado nesta coisa chamada micro código como isso funciona depois de um array que é basicamente o mesmo que uma rom parecida com a que está aqui é isso, mas me deixou muito mais caseiro Achei muito interessante fazer assim isso é bem gráfico, digamos que um você quase pode ver como funciona, não é isso estar dentro de um ônibus então cada uma

dessas barras é o instrução as horizontais enquanto que as verticais são os sinais de controle, os referidos sinais de controle são tudo definido como positivo por meio de um puxe para cima e quando eu conecto um diodo e Eu ativo este sinal, por exemplo, chego a 1 como vim aqui e eu tenho esse diodo que significa que aqui neste sinal de controle irá configurá-lo para 1 quando ative essa instrução e aqui vemos Temos 13 sinais de controle que não vou para explicar o que cada um significa isso é para nano água e explica o que significa cada porque é muito longo Por exemplo, aqui diz que vamos explicar a on e, por exemplo, se isso estiver em soma zero se estiver em 1 faz o operação lógica, por exemplo este jp e faz o salto incondicional é o salto incondicional e assim por diante esta última coisa que queremos aqui é só tem com os saltos condicionais o centro e condis é o lógica que causa um salto para entrar condicional incondicional ou condicional vamos continuar dependendo desses sinais de controle, existem um sinal de chamada global de onde este sinal local está chegando entre aqui esses contadores binários começam a contar de zero

a menos que eu coloque um sinal aqui de 0 a 3 em cada um e com esse sinal dar-lhe um pulso de relógio colocar a perna para oad eu acho em positivo não é negativo e de pulso do relógio não importa tanto em detalhes que significa que ele vai pular uma parte do programa como o salto havia dito a eles do programa é a parte inferior do um registro de endereço que estes são entradas aqui vão e conectadas ao registro de endereço agora vamos ver onde eles estão enquanto na parte alta da cidade emite o operando que é esta parte de aqui que está diretamente ligado ao barramento de dados faz parte da memória google parte dos dados se você estiver ativado o buffer passa aqui e faz o pule se eu tiver ativado sinal baixo em louvor lá vão eles entendendo um pouco do que se trata este dos sinais de controle são pulsos são zeros ou uns, dependendo as condições e instruções que eu dou-lhe também muito rapidamente vamos ver o que são registros boa essa estrutura arquitetônica de os computadores têm uma peculiaridade muito raro que não vi em nenhum outro computador, mas parecia muito mais fácil de fazer é que este ônibus que está

em verde é o barramento de dados de a do acumulador, ou seja, tem um barramento de dados em azul e depois tem um barramento de dados do acumulador normalmente esses barramentos de dados estão juntos, mas eu Eu fiz isso separadamente o que isso significa que por exemplo para fazer uma saída este é o porto de partida este é o outro porto de partida ou o porto de entrada tudo passa pelo acumulador vamos ver o recorde desde estávamos conversando há pouco sobre registro de endereço pega os dados do acumulador e vai para esse integrado que está integrado no que é chamado de um tipo de flop octal com o dge me leve o que é chamado assim então vemos o que é basicamente o que ele faz é entrar no dados aqui e salve-os deste lado digamos enquanto o lazio que é essa perna se destaca que eles veem como veem tem um sinal de controle vindo do micro código e aqui está rdl quando é sinal está ativo permite que você passe os dados se não estiver ativo, não importa o que eu colocar deste lado que os dados fornecidos pelo dados anteriores digamos os dados salvos e como você pode ver isso é tal mas meu computador de 4

bits, digamos que isso é desperdiçado por aquilo você é tão negativo e você é as saídas não são usadas o registro ao qual é o de uso geral é exatamente igual ao registro direção, mas tem a particularidade que além de economizar dados posso pegue esses dados e envie para Como você pode ver, o acumulador tem dois sinais de controlar a era o eixo que é o que permite ativar o latch e o oe que é aquele que permite ativar o integrado Digamos que de certa forma enviar aqueles dados para o barramento de dados e através do barramento de dados para o acumulador vêm entre um data do acumulador e depois do barramento dados que também estão conectados ao acumulador agora obviamente para a luz e para volta da luz passa o acumulador é carregar esses dados este é o registro de uso geral que mas aqui temos o mesmo integrado esse outro também é amante de tudo isso que são basicamente registros são eles também são os mesmos integrados que flip flop octal duplo integrado com a borda esta é a entrada como você vê aqui nós temos os 420 ingressos que eu posso ir Mudando e tem um sinal de controle que é o que permite que

esses dados sejam passados para o barramento dados em azul então temos duas portas de saída com estes organizados são exibidos bsd que eles querem dizer que o que está andando eu vou mostra em decimal em exa em hexadecimal neste caso sua porta de saída também é a mesma tem sinal que é o ka-tiba ou não ativar digamos que se eu mano o que sai do acumulador eu envio esta porta se eu Eu ativei este sinal de controle alto, neste caso, coloca em mim lado aqui fora o mesmo para ele porta para qual porta Muito bem, acho que com isso está feito uma captura de tela de todos os elementos componentes deste computador agora vamos ter algo muito mais divertido o que é vamos ver do que é capaz deste computador este programa chama-se proteus atrás simulações Vou apertar play e vamos simular agora eu carreguei com o programa que é um contador que o que ele faz é contar de 0 a ff digamos de 0 a 255 do decimal como a gente vê quando ele chega aqui em efe ele passa conte adicione um número aqui vamos ver efe lá ele foi para 2 o que ele faz é o a conta é feita com somas simples valor anterior soma-se e

quando ativa o carry pega o valor que está no registro de propósito geral ao qual é aquele que representa a porta a neste caso de rosca e adiciona um também sim podemos ver aqui eles não vão entender isso bem, eles podem fazer uma captura de tela e tente entenda que ak isso é um programa o programa por exemplo vai de aqui até aqui o que você pode ler isso o que essas instruções fazem que isso é o que é chamado de linguagem de máquina que isso é o que eu sei por exemplo 34 Vamos ver se eu vou para a mesa aqui o que estou fazendo é aumentar o valor 4 quer dizer que estou carregando no acumulador a 4 e basicamente com isso fica com o que funciona o computador estas instruções que são regulares todos eles têm um comprimento de 2 bytes como este do que visualizá-lo em um editor hexadecimal é muito simples nem precisa passar por uma montadora e isso por exemplo de contador de pontos bing se você vier aqui vamos para aquele que está correndo nós consertamos Já atingiu f 5 Vou pausar isso se eu Eu clico duas vezes na rom é o que eu tenho carregado no rondilla mos esse é o programa que está funcionando contador

ponto de feijão esse exemplo é bem simples vamos ver alguns exemplos mais complicados já vamos passar eu tenho eles abertos aqui isso em Vamos ver este exemplo é como controles através da porta para um motor passo a passo e com porta de entrada entrada controlar a direção aí a gente vê que é girando no sentido horário se eu mudar a posição deste interruptor começa a gire no sentido anti-horário e vice-versa sentido horário anti-horário Isso também se reflete em uma programa que é isso mas aqui vemos toda a linguagem de máquina que é o que faz funcionar vamos ver outro exemplo de lcd isso computador poderia ter sido feito com um único porto de partida, em princípio, tem disse com uma única porta de saída, mas Eu queria mostrar um exemplo onde eu dirigi um lcd desses 16 por 216 caracteres de duas linhas e para isso têm uma maneira de trabalhar esse trabalho com 4 bits, mas eles também precisam disso placa e o sinal daquele e como ele era mais cabos resolvi colocar duas portas de saída que nunca machuca e pode controlar um display e eu vou te dar jogue a simulação e vamos ver o classe, vemos você escrever

sinal de olá mundo de admiração limpa a tela e write entra em um loop infinito a coisa muito simples novamente isso se reflete em seu programa que é esse que você vê aqui como veja este olá mundo praticamente se coma toda a memória a memória chega até aqui de um programa sobre o tema da que tem apenas dois contadores binários de 4 bits, você pode colocar um mais e depois de acessar praticamente quase toda a memória, mas metade da memória, mas para um exemplo de como o computador funciona eu não queria complique o com quantidade mais integrada ok agora vamos ver outro exemplo vamos para este teclado neste exemplo o que estamos fazendo é bom eu vou mostre como funciona diretamente é um teclado matricial que possui três bilhetes que vão para todos e quatro sal e quatro saídas que ainda estão entradas que é o que ele faz é um varredura das entradas eu vou ver algo clique em um e aqui na porta me dá o valor que eu cliquei enquanto a porta b eu uso para fazer a varredura por exemplo eu clico 80 em 6 em 3 outros exemplos obviamente têm seus programa em hexadecimal aqui você pode veja se você quer

uma captura de tela como é formado e vamos ver o último exemplo o que é isso chamado de áudio que isso exemplo é uma espécie de homenagem ao primeiro computador científico América Latina que era um computador inglês a ferrante e mercury 2 que Eu estava na cidade universitária do Universidade de Buenos Aires nós somos falando do ano mil 961 aquele computador eles foram chamados clementine porque eles vieram com um programa de exemplo tocou a música da minha querida tempo clemente minha querida clementine bom Eu queria fazer com o meu computador um homenagem vamos dizer e tocar aquela musica neste caso como um dos exemplos aulas com breu ou com ar de vinho A música é gerada diretamente pelo mesmo microcontrolador eu é assim limitado que eu não posso fazer isso, mas eu faço O que posso fazer é pegar um porto de saída neste caso porta b passá-lo por um multiplexador d um decodificador idêntico ao que vimos aqui no ônibus codificar e ativar essas notas e que elas são carregado que o que eles fazem é dirigir um 555 no modo é estável e com esta rede de resistência posso

afinar cada nota usando um pouco de matemática e tocar música esta simulação ao contrário do resto não consigo fazer as simulações em tempo real é o que eu faço aqui é tem uma saída uma sonda de tensão e isso ainda está ligado a isso que chama a análise de áudio e faz uma simulação e se eu reproduzir isso simulação vai ouvir tu [Música] o som é bastante áspero, mas eu sei passa a reconhecer a melodia termina em um excel mais tarde eu vou explicar se você interessado em explicar como cada um funciona um desses programas de amostra aqui vemos a pontuação que vai por exemplo isso é em Dó maior, mas vai do leste sol a este sol é por isso que se você vier aqui veremos que eu tenho oito notas variando de um Sol este é o sol mais sério para o sol mais passagem afiada sem qualquer afiada digamos que é uma grande escala de dedo, mas que é organizado assim precisamente porque é feito especialmente para reproduzir esta melodia e bem e também temos um céu que é silêncio se vemos em O circuito áudio aqui temos por exemplo o o que é o silêncio depois de termos todas essas notas eu ainda poderia colocar mais algumas notas,

como você pode ver, mas bem, não era necessário para esta melodia e foi um exemplo simples ou tudo o que tem a ver com o apresentação do computador o que eu Eu preciso dar crédito a onde eu peguei o ideias uma é esta página que é bastante baseado neste computador e é que é mais simples do que aquele que Estou apresentando também não tem ram só tem um acumulador não tem um registrador de propósito geral então tem um conjunto de instruções que são 8 3 bits e cinco instruções para o operando e acessa apenas 32 instruções para seguir dois à quinta não tem aquele cadastro de endereços que Eu adicionei que torna possível acessar até 256 instruções que é digamos não é muito, mas é muito mais do que 32 que além disso, esta luz do computador é baseada em 74 181 e parecia muito mais interessante fazê-lo com luz própria embora seja muito mais simples e mais complicado e então o microcódigo armazenado em uma memória rom igual ao do programa ou um pouco menor Parece-me um desperdício que por um lado é bom porque eu em algo muito compacto eu posso Eu posso fazer do computador uma placa muito

menina parecia muito mais para mim interessante esta outra solução para fazer o microcódigo em um array que ele mesmo é uma memória rom mas parecia uma idéia melhor e também isso não se encaixa em um rom porque eu preciso fazer sucessos para exemplo para meu computador 13 sinais de controle, então você precisaria de 2 memória rom apenas este computador que eu estou mostrando a você que eles são chamados com a chamada mp4 apenas usado integrado ou dois ramos para executar o microcódigo em outro que me baseei menos que neste é esse outro eles chamam e blair 4 cp univ os possíveis são 4 bits exatamente isso é mais poderoso do que o que estou lendo apresentando-me o mesmo que o anterior use como 'u' 74 181 afirma que eles veem aqui também usa-os para microcódigo e tem um contador binário mais para que eles possam tornar os programas muito mais longos do que o o meu está bem documentado tem aqui bem tem aqui você pode ver através arquitetura de chamada de exemplo venha aqui Ele tem o acumulador que lhe contou tudo entrar em algo que eu sou apenas devido em um próximo vídeo farei um

esquema de arquitetura para entender melhor e não ver diretamente para o circuito depois é muito bom documentado tem que baixar tudo é também está muito bem documentado e você vê que tem folhas de papel photo que uma foto foi tirada e nada mais se uma comece a ler em detalhes com isso suficiente e farto para entender o operação desta máquina

Capítulo 2

Descrição da arquitetura

Bem-vindo ao segundo capítulo deste nova série que estou chamando operação de um computador 4 bits neste segundo capítulo vamos ver uma descrição da arquitetura no capítulo anterior apenas ele disse que estava devendo isso o esquema de arquitetura aqui nós obviamente vemos a página como sempre vou deixar o final do video para deixar o link para a página

e na página eles vão poder descarregar ou consultar esta imagem basicamente com esse esquema que é uma descrição de uma arquitetura computadores na ideia de que conceitualmente é melhor compreendido funcionando do que vendo diretamente para o circuito. Vamos começar a analisar o esquema de cima para baixo. Este primeiro quadrado que estou marcando com o mouse é o contador do programa, o que o contador de programa faz é dizer à memória do programa para estudar outro retângulo chamado ROM a qual endereço de memória ele tem que acessar, o que essas setas indicam são os ônibus e o número dentro indica o número de bits aqui, vemos que isso inicializa este barramento tem 13 bits que basicamente se formos no circuito que vimos no capítulo anterior são estas direções que vão do 0 ao 12, como essas direções são formadas os 4 bits inferiores vêm do registrador *rd* que eu nomeei um pouco no capítulo anterior, próximos 4 batidas vêm do barramento de dados que é este barramento grande vertical aqui e os 5 bits estes últimos vêm de alguns mergulhos da memória que é o que eu te disse no capítulo acima que

pode ser armazenado até 32 programas que vêm desses 5 bits é diga 2 à quinta de até 256 Mordidas que são exatamente essas 44 dão 8 bits 2 a 8 são 256 esta é outra seta menor junto com um texto que é visto em todo o esquema por exemplo aqui está o que Eles são chamados de sinais de controle. normalmente em um esquema que descreve a arquitetura de um controles de sinais de computador não estão colocados, mas pareceu-me que o interessante colocá-los porque mais tarde, quando eu explicar tudo mais em detalhe me parece que são aqui muito bem disse isso vamos continuar com o próxima parte do esquema esta próxima parte que eu já falei sobre um pouco é a rom ou memória do programa o que ele faz é inserir 13 bits informa qual endereço você tem que acessar e que endereço de saída de um byte esse byte é dividido em dois os quatro superiores que vão ao micro código agora vamos ver o que é o micro código e os quatro inferiores que vão para o barramento de dados, obviamente, à luz de os dados não podem ser acessados diretamente é feito através de um buffer que é este losango está aqui com seu sinal de con-

trole correspondente e quase habilitar ou desabilitar o microcódigo é o dispositivo que está responsável por decodificar esses quatro bits ou seja, você pode ter até 16 anos combinações e gerar os sinais de controles que permitem gerenciar todos os computador digamos misturado entre tudo isso é o que se chama unidade controle em microprocessadores vamos ver no circuito o microcódigo foi isso se você não se lembra desse matriz de diodos que exatamente o que faz a decodificação com um dos multiplexer e bem, aqui estão alguns portas lógicas usadas para faça os saltos digamos os sinais O que temos aqui são mais esses 13 sinais o sinal do lugar que é o que indica para o contador de programa de um salto direção bem, vamos ver com quem mais continuamos como ele disse vamos de cima para baixo Bem, já falamos sobre a rodada do micro código contador de programa Agora vamos passar para alul alóu no unidade métrica lógica de Allen no vídeo anterior eu disse a você que esta unidade para a métrica lógica há apenas dois anos operações que é somar e faz um operação lógica que está dando um comparação com a luz que

entra no ônibus dados precisamente os dados que entram da parte baixar as instruções e, em seguida, a outra entrada faz isso através deste que é chamado de acumulador normalmente o acumulador é conectado diretamente a luz neste caso por uma questão de hardware eu não poderia fazer assim e eu tenho um buffer intermediário, digamos, para que passar os dados do acumulador para a entrada da luz tem que ser permitido este buffer bem, basicamente, 4 bits entram aqui 4 dias aqui e sai a operação que Eu disse a ele para subir e por sua vez para isso precisamos de um ciclo de clock que o ciclo de clock sai daqui do contador de programa venha aqui temos uma flecha que sai que é o clube acne e outra seta que diz clock a que venha aqui enquanto aqui temos um outro sinal encontrado que está bloqueado que é habilitado o que sai do unidade de controle você vê aqui no circuito que é refletido aqui relógio aqui ele passa por uma porta lógica é um e isso emite esse sinal que chama clock que é o que finalmente entra aqui para o acumulador eu digo isso rapidamente para dê uma captura de tela e pronto mas depois eu explico tudo

em detalhes vamos seguir esses retângulos que você vê aqui acumulador out a out b área e a r são todos os registros Eles têm usos diferentes, mas em si mesmos são todos os registros que este computador tem uma característica bastante estranha é que para um dado passar por um registro Eles não conseguem passar por este ônibus que eles veem aqui estou marcando com o mouse que É um ônibus que eu chamo de madeira o acumulador no circuito é esse que está em verde normalmente os calculados o que eles fazem é isso eles o mandam para o ônibus dados e o barramento de dados vai para cada registro foi mais fácil para mim faça assim um pouco do que com o clube Bom, um meio complicado de explicar vamos ver se vemos depois ok, então digamos que isso é o que faz é que o acumulador sai do dados e, por exemplo, se eu quiser tirar algo no porto para passar do acumulador para a porta para usando esses sinais de controle para porto vê a área como vemos no a porta a e a porta ve são apenas saídas, então talvez eles tenham dois sinais de controle para ativar o saída enquanto a área que é a registrar que chamei de uso geral É entrada

e saída e como vemos Possui dois sinais de controle, um para o saída e outro para a entrada e por isso Larrea também está conectado ao ônibus dados se eu salvar um dado na área que vem do acumulador e então eu quando eu quiser eu pego e passo para o barramento de dados o registrador de entrada É apenas entrada para a corrente tem apenas um sinal de entrada e que vai diretamente para o barramento de dados vai o barramento de dados depois da central para algo para o contador do programa onde tenho que ir que mais finalmente temos o rd que também passando pelo acumulador de carga diretamente na parte inferior do endereço no contador de programa basicamente isso é tudo, digamos com o que eu vou dizer está feito descrição geral do que é arquitetura deste computador antes para dizer adeus, eu queria comentar que há um erro nesse desenho e a verdade me dá um pouco de preguiça de gravar o video todo para trás esta seta que está aqui que entrar no cali é uma saída se vemos aqui vem é uma saída do acumulador sai dados e voltar à luz para do buffer ou para gravar correspondente bem aí você vê a diferença.

Este é o esquema

Capítulo 3

Contratador de programa

bem-vindo ao capítulo 3 sobre o operação de um computador 4 dias neste capítulo das coisas já eles estão impondo um pouco mais interessante porque eu vou explicar que é como cada uma das partes funciona que constituem este computador hoje vamos começar com este quadrado aqui o que é que eu fiz pc o que é o contador programa contador de programas

basicamente o programa `sing` é o que informa ao computador qual endereço memória tem que acessar vamos ver O circuito esta parte está aqui em cima, vemos isso aqui na memória que na próxima capítulo explicar mais em profundidade como funciona, mas basicamente como a gente vê aqui tem 13 bits esses 13 bits 8 sai do contador de programa e o últimos 5 você sai de um interruptor isso digamos que é algo mecânico Agora vamos ver exatamente como Esses CIs funcionam? essas portas lógicas que você carrega entender que vamos passar por outro circuito um pouco mais simples do que é isso, embora seja basicamente o mesmo temos esses dois circuitos integrados quais são os 74 hc 161 Eu tenho a folha de dados aberta e vamos ver vice quem é contador binário apresentável síncrono de 4 bits com um reset assíncrono muito bem vamos vamos ver o que exatamente isso significa Para entender isso, vamos voltar para circuito simplificado bem, vamos jogar diretamente para circuito para ver a simulação tem esse pedaço que eu tenho aqui é o clube quando há uma borda de subida, ou seja, de 0 passa 1 veja aqui aqui contado em binário 1

se eu clicar novamente 234 e assim por diante poderia fazê-lo conte e isso é obviamente hexadecimal mostra a amostra para exibição uma vez que eles chegam, digamos no o próximo bit já seria tudo isso em alto valor vamos ver que o pino rc ou fica alto também aí chega efe e o rc ou o alto é colocado em algo então esses contadores binários que Eles são 4 bits apenas para poder produzir são 4 bits podem ser colocados em cascata como você conecta em cascata isso rs ou com esse outro pin aqui chamado e em que vemos que é alto agora precisamente porque estão interligados e quando eu der um pulso de relógio novamente vamos ver o que acontece lá ele deu-lhe um pulso relógio o rs o zerou esse voltou a zero e foi para um vamos fazer alguns cliques e a mesma coisa acontecerá novamente a b c d e mais um clique é definido como 1 e quando próximo clique isso vai para o muito bem com esta primeira parte entende-se muito bem como funciona um contrato comum e como ele está conectado em cachoeira por outro lado, eles têm um pino de reset que se conectou ao positivo se eu fizer clique redefine imediatamente não precisa espere um

ciclo de clock ou qualquer coisa para isso estilo como vimos aqui dizia que o reset foi um síncrono, pois há outra palavra mais do que diz que está apresentável vamos veja o que isso significa o que é muito importante para o computador os computadores precisam fazer saltos do programa programas são geralmente sequenciais em em grande parte vão do endereço 1 ao endereço 2 a 3 a 4 e aí você tem que fazer saltos saltos para suas rotinas ou saltos para outras partes do código como fazer aqueles saltos apenas com a parte apresentável muito bem, vamos deixar isso em jogo e vamos continuar assistindo Eu vou fazer alguns cliques isso é em 6 digamos que agora eu vou fazer isso é um pule para outro lugar enquanto faço isso com Esses beats aqui, por exemplo, eu vou fazer efe jump, por exemplo, como o pular para efe colocou tudo isso em f vou ver agora vou dar uma ciclo do relógio e não vai para efe mas vai acontecer ou vamos fazer pular para a vida melhor que 2 por exemplo você está em 12 digamos um loop que não vá para 7 por que isso acontece porque para ele dar o salto eu preciso deste alfinete este alfinete em vez disso, é

chamado de carregar isso em um valor baixo agora sim sim defini-lo como zero ainda em 7 me segue mas quando dou um pulso do relógio observe o que acontece pule para 2 e é dizer o que tenho aqui se eu continuar dando pulsos de relógio nada acontece porque porque este continua ativado em baixo, então toda vez dado pulso de relógio eu carrego o que Eu tenho este lado, mas se este o colocasse em voz alta continuar a contar por uns para de dois f muito bom muito mais para explicar não tem sobre o balcão o que vamos explicar isso que está aqui que é um portão e que está conectado mas para explicar isso você já tem que Lugar, colocar um pouco mais aqui se vemos no circuito é isso que é aqui que existem dois portões nand isso é equivalente a dizer que é uma porta andy vamos voltar para o outro circuito para que serve isso porque às vezes eu clube isso eu preciso que eu saia sempre contando aqui e às vezes eu preciso do clube vá para o acumulador é por isso que isso ping diz aqui relógio a como você fez isso definindo este bit alto se eu definir este vídeo em alto quando eu cronometrará-lo aqui olha agora como vai

pisar isso acontece toda vez que coloco alto também passa alto olha lá vem como você entra em vermelho basicamente isso seria o suficiente bem explicado na minha opinião não espero ter entendido como o contador de programa podemos adicionar algo mais ao explicação eu acho que sim como ele tinha disse que este computador é baseado em tudo em circuitos integrados simples que Eu disse em algum momento que isso mesmo poderia fazer com transistores com um monte de paciência não então não sei como esses circuitos são constituídos integrado Se voltarmos à folha de dados do circuito integrado e continuamos descendo você pode baixá-lo para a folha de dados e leia tudo exatamente como funciona i Eu expliquei algo muito rapidamente, já temos um esquema mas o esquema que mais me interessa bem, vamos descer muito mais é isso como você pode ver, isso nada mais é do que comportas lógico como vemos aqui e flip flops um flip flop é o que se chama de batida estável não vou explicar agora muito que é um flip flop, mas eles são basicamente um elemento habernos abel Veja aqui o que eu fiz é um vibrador múltiplo capaz de

ficar em um dos estados possível por tempo indeterminado ausência de perturbações digamos que é um dispositivo eletrônico por assim dizer uma forma que permite manter um banco de dados digamos que é como uma memória de um bit existem muitos tipos de bi estável como logan aqui eles dizem rs de jk t de tudo isso Eu diria a eles para lerem sobre o que é aqui na wikipedia o ambiente é bom explicado e se eles vão para a wikipedia em Inglês é muito melhor explicado certamente na página de vídeo do youtube e outros explicam exatamente como trabalhar algo que eu queria ir é isso esses bi estáveis ou esses flip flops vão Ele os conhece até em espanhol. geralmente chamados de floco de movimento também são formado por compostos lógicos como em aqui é formado por portões não por exemplo este é exatamente o mesmo formado pelos portões dando por que eu te disse isso para que se entenda um pouco melhor como Digamos que você se comporte logicamente se você olhar na internet eles são formados por transistores não é algo muito É difícil para eles, que é quando a gente coloca vários estão adicionando o campo lógico de o

número de transistores e estes retângulos que representam o flip fracasso isso também pode ser feito com isso integrou o 74 hs 74 que é um dual de widget de fluxo na reinicialização, digamos isso está integrado são esses quadradinhos Individual o que eu fiz neste circuito também abaixo acabei de fazer um contrato normal bem mais simples que este aqui é basicamente essa parte que você vê aqui está um contador binário Ascendente de 4 bits para mostrar que pode ser simples pode ser feito simplesmente como você vê Vou pausar o jogo novamente e vemos que a contagem 12 agora tem um clone de cada um segundo a perna de conecta ao negado o q negado o q na saída e, por sua vez, o kun negado se conecta ao clube de outros e feeds serão relacionados aquele que negou com os dados e este é o redefinir perna que também neste caso é um reset digamos síncrono eu clico e redefine para zero até eu colocá-lo de volta para 1 ainda em o com isso sim seria toda a explicação O que ele estava planejando fazer sobre isso? sobre o contador de programa ou bom mais uma coisa Este integrado, como eu disse, é um dual de bits de tan-

que de fluxo livre definidos sim também descemos na folha de dados veremos que eles não são mais do que se comportam lógico também Digamos que tudo isso pode ser feito média para a expressão mínima com bastante consciencioso e bom e entrando em e tentando entender como cada um funciona um desses se comporta lógico

Capítulo 4

A Memória de Programas (ROM)

bem-vindo ao capítulo número quatro sobre o funcionamento de um computador de 4 bits neste capítulo vamos ver como funciona a rom ou seja, a memória do programa esta integrado que vemos aqui antes de dizer com isso faz uma ressalva Como eu disse no capítulo 1 quando fiz a apresentação desta computador tem sido uma arquitetura que é chamado de tipo de

hardware onde o a memória do programa é separada do memória de dados em mais do que mesmo tem ram a memória de dados são registros simples neste computador são uma saída importante é porque se estamos tentando entender como um computador funciona é algo muito importante ter em mente uma vez que o a maioria dos computadores, como você está assistindo este vídeo computadores tablets celulares qualquer coisa se em uma arquitetura que chamamos newman onde a memória de dados e de programas são compartilhados da mesma forma que fiz no capítulo anterior para entender como memória de programa funciona vamos vá ver um circuito simplificado como vemos a memória do programa em este caso diz 27 64 este é o circuito integrado que estamos usando sim vemos na folha de dados que diz que 64 k v eprom atp rom isso o que significa 64 aqui vamos ver de onde vem Como podemos ver, ele tem 13 bits se eu abrir o calculadora Vamos colocar o modo científico e se fazemos 2 elevado a 13 me dá exatamente os 8k que fala esses 8 k são 8 k byte igual a 64 bits digamos para cada endereço representa um

byte 8 bits v porque este tipo de memória é pode apagar por luz ultravioleta ou este que é você, mas isso significa que é você pode programar apenas uma vez que é que uma vez programado não sabe pode apagar Estou usando esta memória porque é memória na qual você pode simular o proteu na área você pode simular um monte de memória, mas dentro dos que eu tinha destinado ao design case-in-case para construir este computador, se houver dia eu queria construí-lo com certeza Eu usaria essa outra memória que é muito semelhante, mas é um baile de formatura, ou seja, o quadrado primeiro, quero dizer que você pode apagar eletricamente vamos ver como essa memória funciona vamos voltar para a folha de dados memória que estamos fazendo simulação se virmos o pino que temos 13 pinos de endereço 8 pinos de saída dados um pino de habilitação de chip um pino de habilitação de saída a pino de programação para alimentação e o resto vamos ver o circuito simplificado é a memória do programa de modo que funciona obviamente tyc baixou um programa na simulação no proteus como fazer duplo clique e se formos aqui tem um programa

de lhamas programa dot que é um arquivo binário basicamente vemos este programa aqui, temos que na posição de memória 0 temos 0 Digamos que eu tenha 01 na posição 0 na posição 1 tenho 02 na posição 3 Eu tenho 04 08 10 2 14 e 18 etc. e em a posição efe efe eu tenho aa e depois o resto eu tenho tudo sendo f Digamos que aqui está o que estou acessando são para a memória destes que podem acesso com esses 8 bits é isso que Eu acesso com o contador de programa Eu uso essa grande memória porque é aquele que simula proteus e porque também comercialmente fácil de obter há memórias menores sim, mas não Eu sei se eles podem ser encontrados - aqui na Argentina Agora vou apertar o play pra ver o que é o que acontece aqui estou acessando o memória como vemos efe efe que é onde tenho no editor hexadecimal a 6 0 1 0 1 0 1 etc. e se vemos no prote apenas mostre aqueles 0 1 0 1 0 1 0 1 agora vamos por exemplo para local de memória 0 e vemos cada um temos 11 chegamos a eletro decimal extra temos um 1 se eu for para a posição de memória 2 tenho para a posição de memória 1, temos 2 para a posição de memória, por

exemplo, 4 para posição de memória 3 temos aqui um 4 etc. temos esses dois chips esses dois pinos que são a habilitação do chip e habilitação das saídas que ambos têm que estar para baixo para o nível baixo, quero dizer, para que mostrar a saída, então temos o poder e chip e programando a programação nós não usamos porque estamos simulando mas ao construir isso fisicamente primeiro vamos ter que gravar com um programador esta memória basicamente não há muito mais do que isso explique como funciona a memória tem uma direção e para isso endereço tem uma saída de 8 bits esta memória o que eu gostaria explique um pouco o que é isso editor hexadecimal que para alguns pode ser extremamente óbvio para outros talvez não, então eu vou explique que este é um editor hexadecimal por cabo que tira da internet não é realmente chamado h portátil xd é um editor hexadecimal o que você vamos fazer é ver o conteúdo binário de um arquivo por exemplo eu Eu fiz este arquivo no bloco de notas que eu os chamei de hello dot txt e o conteúdo ou a letra maiúscula se eu Eu falo em um editor hexadecimal que posso ver o conteúdo

precisamente de cada um dos esses dois bytes cada letra cada caractere é um byte se eu falar por exemplo o mapa de personagens mapa de caracteres Vamos ver isso para o h maiúsculo onde Eu tenho que corresponde ao personagem hexadecimal este o x o que significa que está em hexadecimal aqui onde este eu norman 48 e como vemos aqui no editor hexadecimal aparece 48 eu sei ao letra maiúscula corresponde a 41 vamos continuar ao editor hexadecimal veremos que um a letra maiúscula corresponde a 41 Isso permite que você trabalhe com o arquivos exatamente com o que está lá dentro podemos editar tudo Espero que com esta explicação rapidamente e facilmente foi compreendido como memória de programa funciona

Capítulo 5

Unidade Aritmética Lógica (ALU)

bem-vindo ao capítulo número 5 sobre o funcionamento de um computador 4 bits Neste capítulo vamos ver a luz deste retângulo que você vê aqui que a luz a luz na unidade aritmética e lógica que vem uma saída de inglês é apenas aritmética lógica e unir como seu nome indica ao lou no parte do processador que lida com executar lógica e aritmética quais são as opera-

ções lógico por exemplo e nan ou curto não etc. esse tipo de portas são todas as operações lógicas e aritméticas adição subtração multiplicação divisão Muito bem, vamos continuar, eu sei quais nuances de desta forma onde temos dois valores de entradas neste caso existem b que dão um resultado por exemplo pode ser ambos por sua vez tem um sinal de controle cada está marcado como efe que é aquele indica, por exemplo, que tipo de operação faça se faça uma soma entre esses dois valoriza algum tipo de comparação etcetera e também tem sinais de saída que veremos mais adiante isso é precisamente se vamos ver o esquema de minha arquitetura de computador esta é a luz como vemos temos dois entradas de quatro rebatidas e uma de 4 bits que é o resultado da operação a ser feita e por sua vez tem seu controle sinaliza tanto a entrada como saída, as saídas passam o acumulador depois depois vamos para ver porque vamos voltar ao círculo completo Como eu disse no circuito este é o a luz é uma saúde projetada por mim existe para comerciais leves que vêm em um único chip, por exemplo, o mais conhecido dos 74 181 é uma boa opção se

você eles querem fazer algum desenvolvimento, mas como este é um computador didático muito parecido muito mais interessante mesmo que menos poderoso desenhe o seu próprio olá o que é isso que você vê aqui como o que fiz em outros vídeos para entender como funciona vamos ver um circuito simplificado Isso é algo que eu projetei, é tão simples que tem o mínimo necessário para poder ser é chamado de luz que tem um única operação lógica que é nando e um operação aritmética única que é adição como você consegue esses 4 bits é uma entrada esses outros 4 bits que são representados para cada um em um exibir na é a outra entrada e estes quatro daqui na saída dizem o ace operação feita entre esta entrada e esta entrada vamos ver um pouco como funciona basicamente temos como eu disse que temos duas operações adicionar como operação aritmética e nan como operação lógica da soma se encarrega de fazer isso integrado que é o 74 hc 283 que é o que se chama full house ader vamos ver a folha de dados o que é um ader completo um ader completo é um apenas um circuito lógico daria seria uma boa aritmética, mas é

baseada em circuitos lógicos para funcionar que faz a soma de dois valores como veja aqui temos um valor de entrada de 4 bits outro valor a entrada de 4 bits e um valor de A saída do acrônimo é a soma deste valor mais este valor e então temos esses outros 2 pinos esse é o trilho dentro e o outro é a pista auto lane é algo como carry seria o tradução em espanhol ou transporte exemplo mais simples porque então quando isso somamos dois valores as vezes ficamos estouro, digamos 4 bits em 4 bits o número máximo que podemos representa é um 15 o que seria efe em hexadecimal então se vamos ao circuito por exemplo aqui eu Estou adicionando vamos adicionar dois valores saber Vamos adicionar 9 9 9 9 18 em decimal não mas eu só tenho 4 bits Com licença, vamos adicionar, lá estava fazendo operação nand lógica agora está somando $9 + 9$ como eu te disse 18 seria 2 em hexadecimal vamos ver o calculado científico vamos colocar hexadecimal adicionar $9 + 9$ é igual a 12 em hexadecimal não em decimais é obviamente 18 mas o computador não pode adicioná-los valores porque transbordam ou em na verdade sim para como você

faz isso quando esse valor excede este pino é ativado o que a *carrie* diz aqui precisamente isso depois desse sinal de controle de saída em que usamos para fazer somas maior do que é o que a luz permite que são números muito pequenos, por exemplo vamos remover esta parte e estamos somar $1 + 9$ seria 10 estaria em hexadecimal e como vemos sinal de controle de faixa saiu mudar se eu colocar de volta o 98 por exemplo lá me daria 11 em hexadecimal e sinal de carga acende Como eu disse, esta é uma casa cheia veja que é um cheio tem muito não vou para explicar vou passar um pouco up, mas eu vou mostrar isso, então se você quer entender melhor exemplo na wikipedia que eles procuram ver desde explica como funciona é mais até Tem algumas animações é o que eu sei chame meia água ou meia der e então há o lenço que o full a veja o que você tem é exatamente isso sinais desses sinais de carvão e realizar que são muito importantes porque porque isso permite que ele se conecte em cachoeira, ou seja, por exemplo, que estamos transforma um computador de 8 bits em eles não são realmente vendidos a baixo, acho que não existe comercialmente

o chip que vem cheio pra ver 8 bits mas o por o que por que não porque não é importante diretamente se um conectando dois de esses chips e conecte o carro de transporte do primeiro ao carbono do segundo eles se conectam como se fossem uma cachoeira e ali temos um ader completo de 8 como eu sempre digo este computador pode ser reduzido ao mínimo e se virmos na folha de dados um completo a Vejo Não é nada mais do que se comportar logicamente, eu gosto disso sempre enfatizar que ele fez como pode volte e entenda exatamente como tudo funciona mas com isso já que de lá explicou para a soma digamos a operação aritmética Agora vamos ver a operação lógica nand como fazemos essa operação lógica cndh muito simples com quatro portões andando vamos ver o que é o operação nam aqui temos portão nand é na tabela verdade do portão e digamos que sempre que houver um zero vezes um 1 digamos que é como um an negado há sempre um zero para um com o único A maneira como a saída aparece como zero é que ambas as entradas são 1 vamos ao circuito simplificado de volta antes de entrar no circuito simplificado porque

escolhi este portão porque o portão é o que é chamado um tipo de portão universal o que isso significa que eu com um portão anand eu posso fazer qualquer outro tipo de portão por exemplo conectando-o desta forma eu tenho um portão não está conectando o deste outra maneira eu tenho uma caminhada de portão conectando o desta forma eu posso ter um portão por e assim por diante pode fazer qualquer tipo de portão começando apenas de se comportar para isso computador não tem memória ram então o que é meio complicado de fazer operações lógicas muito longas, mesmo se você pode usar algum log o log uso universal e outros podem ser feitos tipos de operações lógicas iniciando eles se comportam, digamos não precisamos de todas essas operações para realmente fazer uma operação lógica de outro tipo, mas é feito em etapas sucessivamente e salvando os resultados bem o mesmo pela forma como cheira um pouco à soma acontece o mesmo com a soma exatamente o mesmo digamos que é calculado apenas pode acrescentar e não a verdade que não pode fazer muito mais operações porque por exemplo multiplicação

são adição sucessivos ou seja, da lição mais pode ser feito calmamente multiplicar a linha e a subtração para do signo não é uma soma pelo contrário, na verdade eu posso diga se é uma soma neste vídeo não Vou explicar a aritmética binária, mas por exemplo, se você estiver interessado pesquisa sobre o assunto para encontrar um um pouco mais procure por exemplo o resto você usa o que o plugin chama de complemento de 2 ou 1, que é uma forma de fazer subtrações de adições embora Parece meio estranho, acredite, é assim mesmo. divisão o mesmo digamos que pode ser feito de somas simples podem fazer muito de operações aritméticas e de o portão and pode ser feito um bando de operações lógicas o que mais nesta página eu encontrei vou te deixar o link depois É interessante como posso te dizer que isso pode ser reduzido a transistores aqui vemos como eles se comportam a partir de transistores, digamos que é algo como em algo bastante simples ok vamos ver a folha de dados a pouco de está se comportando é o integrado em 74 200 não tem muito o que mostrar são quatro comportar-se exatamente como eu sou

precisando que voltamos ao circuito simplificado e temos esse outro integrado aqui no 74 157 agora vamos ver o que o torna bom, eu vou repassar explique Esse integrado que a gente vê aqui no 74 283 é aquele que o cheio de ver aquele que faz o soma e é integrado é sempre adicionando e, por sua vez, esses portões andan sempre faz a operação lógica nan e então o que temos é isso integrou os 74 157 que desde nós colocamos este pedaço emite a soma ou o operação lógica nós vemos lá quando está em zero está adicionando enquanto se colocá-lo em um não está fazendo nada Como vemos isso, dissemos não coloca um zero apenas se ambos forem um ou sempre que houver um zero vezes um não Digamos que aqui temos na saída de isso temos 11 10 ou seja 7 Ok, vamos olhar para a folha de dados. desta integrada a h a 74 hs 157 é o que chamamos de seletor com duas entradas temos um byte de nível médio 4 bits um nível de entrada para outro nível e sai um destes dois níveis dependendo qual é a seleção que fazemos o que esse pedaço que a gente vê aqui como vemos é muito simples bem, precisamos ver todos esses portões que estão aqui

você está se comportando que estão aqui não passa de um circuito lógico que o que ele faz é detectar quando o resultado é agredido eu tenho um zero isso é muito importante porque esses dois sinais de controle carregam o carry como o zero nos indica em a no código, faça saltos condicionais diga para passar um ponto de código um local de memória para outro quando ser algumas dessas duas condições já ser zero ou carregar colocamos zero novamente e vemos que não está ativado porque o resultado não é zero vamos fazer isso o resultado é zero colocamos tudo em um e precisamente o resultado é o e é ativa esta esta saída este sinal controle de saída bom não há muito mais o que explicar sobre a luz se voltarmos ao circuito completo Vamos ver que dentro da luz temos também esses dois integrados não eles Estou explicando neste vídeo porque isso escapa da luz na realidade, embora é englobado há registros e se Vejamos, posso falar um pouco sobre Como você vai acompanhar esses vídeos hoje estou gravando o vídeo 5 que é o operação leve na próxima Eu só vou explicar o que é isso são os registradores e os buffers após vamos ver o micro

código a linguagem máquina alguns exemplos sobre programação desta máquina e bem e colocar até lá ficaria mais ou menos explicação de como funciona este computador

Capítulo 6

Registros e Buffers

bem-vindo ao capítulo 6 sobre o operação de um computador 4 bits O assunto de hoje são registros e buffer sem mais introdução vamos ver Do que se trata Vamos começar com os bastardos, que é mais simples este computador tem apenas 2 buffers que são este circuito integrado aquele da came que é aquele Permite conectar a memória do programa para o barramento de dados e este outro circuito estadia integrada aqui que é aquela permite que o calc alimente a saída do acumulador na luz é na verdade o mesmo circuito

integrado porque se virmos na folha de dados isso vamos ver o nome no circuito dentro é de 74 horas 244 a descrição diz que é um octal basf airlines motorista de 3 estados, quase vemos o camada civil de saída e informa o motorista do ônibus precisamente qual é o uso que vamos dar nós Como eu disse a você, como você pode ver isso? é que metade são 2 vai ser 4 bits então com um único integrado já temos descobri o que precisamos para isso computador como vimos em outros vídeos em outros capítulos veremos um circuito simplificado tal que entenda melhor muito bem vamos jogar simulação colocamos tudo isso em zero para colocar algum valor e vemos que temos quatro valores de entrada e quatro valores de saída enquanto o ativar chip desculpe-me ativar o pino está ativado valor alto na saída não tenho nada não tenho nem 0 e 1 digamos que não tenho sem nível alto nível baixo quando passo o chip de habilitação no valor baixo ele me mostra na saída o que que coloquei na entrada a operação de um buffer é tão simples assim mas para mais simples seja o que for é realmente muito importante e Agora vou explicar

porque o porquê bem fácil de entender os computadores têm barramentos diferentes Nesse caso, esse azul que vemos aqui é um barramento de dados e qual é o problema se Eu por exemplo este buffer a função que cumpre é fazer esses quatro bits mais baixos de memória o programa passa para o barramento de dados, mas quando eles passam quando dentro deste pino de controle que tenho em um nível baixo por que isso é tão importante porque existem outros elementos do computador conectou este barramento de dados conforme exemplo, podemos ver a porta de entrada e eu não posso ler simultaneamente o que eu tenho na porta de entrada e li o que me dá memória de dados porque porque se por exemplo eu tiver um o aqui e no outro pedaço da memória do tamanho manu não é a definição de um curto-circuito digamos assim o as coisas têm que ser ativadas uma a uma às vezes eles não podem estar trabalhando simultaneamente essa é a operação de hackers este computador tem dois tipos de registros temos todos estes integrados estes que vêm aqui estes cinco que são 74 hc 573 e o acumulador que é um 74hs 574 vamos ver as fichas

técnicas destes integrado 74 573 diz que é um total de volta aos estados livres de borda enquanto o 574 diz que é um caldo de chinelos positivos sestriere série de estado bem, talvez isso não vai fala muito mas é muito fácil de entender quando eles veem o circuito simplificado e sua operação vamos ver muito bem vamos começar com 573 como vemos aqui está ok como eu disse isso quer dizer que tem 8 bits nós só usamos quatro desses bits porque vamos lembrar que estamos olhando para um computador de 4 bits e veja aqui é temos na entrada todos os zeros e em a saída nada é igual ao buffer do habilitar chip habilitar chip funciona quando coloco no nível baixo Digamos que no zero eu coloco isso no nível Eu desço e habilito a saída e vimos que ele disse que tinha vamos de de volta aos dados, diz transparente o dge o que isso significa é o que eu vou explicar vou mudar os valores do entrada e buffer diferente olha aqui a saída não tenho não troco valor porque é isso porque para ele mudar o bola na largada tem que estar dentro alto lazio é esse alfinete que diz l Eu olhei para os degraus altos e só então eu passar os valores da entrada para

o saída se enquanto eu tiver o pino é em alta, mude os valores de entrada como estamos vendo também mudando as saídas, mas se eu passar um valor sob eu coloco em zero pode variar quantas vezes é o valor da entrada que a saída não descubra e do mesmo para que o buffer repita quando eu Eu coloquei isso em um desses valores não não os coloca nem altos nem baixos desative-o diretamente ou está indo muito rápido este é o último integrado que tivemos falado é 574 vamos voltar para a folha de dados A tosse gerada diz que é um flip vital flops esse é o tipo de flow que você usa a reta positiva de três estados também veremos que diferença faz entre o circuito anterior e este como vemos da mesma forma enquanto esse valor está em 1 na saída eu não não tenho nada coloco no zero e me mostra na saída o que eu tenho aqui agora eu vou para alterar esses valores da mesma forma que o integrado anterior vemos que altero os valores da entrada e na saída não me coloca algum mas o que acontece agora eu ativo esse valor e se eu mudar esses valores digamos que por enquanto é exatamente o mesmo que o integrado acima, mas preste atenção ao que vou

mostrar agora vou alterar os valores de entrada e aqui nada me muda enquanto o outro integrado enquanto tinha lazio ativado se menos alterado de mais de isso não é um lazio é um clube que Como diz na descrição diz que isso significa que ele muda o valor com a borda de subida que é quando vai de 0 a 1 positivo com um pulso de assista olha agora vou passar pra 0 também não vai acontecer nada vem ver permanece o mesmo, mas quando vai de 0 a 1 o pulso do relógio realmente está aqui comigo mudar a aparência dos dados eu clico e observe que ele muda imediatamente o dados e quando volto ao zero não acontece nada digamos que esta é a pequena diferença que na verdade não é tão pequeno porque muda completamente o funcionamento e após o mesmo como tal como o amortecedor e que este outro 573 com o alfinete de habilitação quando eu tenho em um não me mostra nada é dizer que esses registros vamos voltar para o circuito completo Eles também atuam como um buffer. Agora vamos ver alguns detalhes de este circuito levante estes para entender muito melhor no próximo capítulo do que Vou explicar o microcódigo,

mas Vamos ver por exemplo o rd que é não sei se lembre-se daquele registro que é usado para endereços, use apenas um sinal de controle que no do dge é diga que está sempre ativado, mas com lazio só então eles mudam meu dados porque é isso porque eu isso isso estou usando não estou colocando nenhum dados para este barramento, então não importa o que está sempre habilitado a partir do chip simplesmente o que eu faço é tirar esses dados e mandá-los aqui para ter o endereço é pra dizer que nunca se sabe circuito encontrado seria vamos ver quanto temos por exemplo o porto de entrada o in é exatamente o oposto Eu tenho o pin sempre ativado porque é uma entrada e o que eu faço é habilitar e desabilitar o chip porque você pode circular por diga de alguma forma o registro geral é a mistura dos dois porque se você não lembra disso tem para assistir o vídeo novamente apresentação se você não sabe do que estou falando falando o mesmo no próximo vídeo eu vou explicar o micro código que eu acho pode entender um pouco melhor Você escolheu este general e ele serve tanto para salvar um dado carregá-lo no busto Como você

obteve os dados que salvou? as duas funções então eu preciso dois pinos na borda e no pino de qualificação e nestes dois que são o porto de Sair só estou interessado na Lazio porque digamos que os dados nunca entram no bus se eu precisar colocar dados em um barramento sempre terei que usar o alfinete autorização se eu tiver que extrair dados Eu sempre vou ter que usar um ônibus o H e o 174 é só o acumulador porque funciona relativamente semelhante mas o que ele usou foi esse sinal de relógio que havia explicado a ele que quando estamos falando sobre o programa contra isso pino que está aqui é exatamente o que entrar no relógio acumulador Bem, eu acho que não há mais nada para explicar sobre woofers e registros

Capítulo 7

Microcódigo e Linguagem de Máquina

bem-vindo ao sétimo tutorial sobre operação de um computador 4 bits hoje vamos ver dois tópicos o micro código e linguagem de máquina por nós criamos dois temas em vez de apenas um, que é como se acostumar com os vídeos é porque essas duas questões

estão tão intimamente relataram que é impossível separá-los Antes de começar a explicar Eu gostaria que alguns fossem claros definições para isso veremos wikipedia que certamente irá definir muito melhor do que eu linguagem máquina a linguagem da máquina ou código máquina é o sistema de código interpreta diretamente blé pelo microcircuito programável como o microprocessador de um computador ou microcontrolador de um stand-alone este A linguagem é composta por um conjunto de instruções que determinam ações para ser levado pela máquina muito bem está bem claro vamos ver agora conjunto de instruções um conjunto de repertório de instruções de instruções conjunto de instruções ou é um é uma especificação que detalha o instruções que uma unidade central de processamento pode entender e executar Eu acho que está bem claro agora quando ele continua explicando me parece que ele vai para ser muito mais claro e, finalmente, gostaria de ver o que diz Wikipédia sobre microcódigo microcódigo um microcódigo ou micro programa é o nome de uma série de instruções ou estruturas de dados envolvidos

na implementação do linguagem de máquina de alto nível muitos processadores especialmente micro programado o micro código é armazenado na memória acesso ao armazenamento muito rapidamente então abaixo diz o design de microprocessador de propósito geral conhece duas técnicas que levam a uma classificação destes em dois grupos primeiro grupo o microprocessadores com fio aqueles que tem uma unidade de controle projetado especificamente no silício para um conjunto de instruções microchips de concreto mox agendou aqueles que têm um unidade de controle genérica ou pré-projetada que implementam um jogo de instruções ou outra, dependendo do micro programa bem exatamente no caso de mim computador que eu projetei pode-se dizer que embora seja fisicamente é feito não use um memória para mim é um microcódigo de isso agora vamos ver porque como a wikipedia lhe disse o microcódigo é implementado em uma memória de muito acesso rápido fisicamente no circuito é isso que vemos por trás e isso é apenas uma memória agora vamos ver como essa memória funciona para explicar como funciona,

vamos ir ver como sempre um circuito simplificado como vemos aqui temos a memória de programa que já explicamos os 4 bits mais baixos são os operandos que eles passam diretamente pelo buffer já agora Explicamos no vídeo antes do ônibus de dados e estes são os 4 bits abaixo qual é o opcode é o que diz ao computador o que o que você tem que fazer e esses 4 bits entrar neste circuito integrado 74 hc 154 que é o que é chamado de multiplexador ou decodificador aqui vemos o folha de dados diz decodificador de 4 a 16 linhas de multiplex para ser vamos passar circuito simplificado para ver como isso funciona integrado havíamos dito que é de 4 a 16 o que isso significa que ele tem 4 entradas que são esses 4 bits depois que eles não têm os 2 pinos de habilitação que são conectado ao negativo e como funciona Isso é muito simples vemos que aqui estamos em 0 e quando estamos em 0 isso apenas me coloca em Negativo apenas 0 e o resto as saídas as outras 14 saem do mais 15 saídas com licença coloca-os para positivo agora vamos ver eu vou colocar isso em um e isso só me coloca em apenas em menos 1 vamos colocar outro valor eu

sei por exemplo vamos coloquei 7 e só me coloca no negativo 7 entende o conceito e se eu colocar e se digamos que tudo ligado eles me colocaram menos 15 é dizer que para cada valor em decimal para cada valor em binário desses 4 bits me fazem negativa a saída que correspondem enquanto o resto manter positivo. Agora vamos ver o circuito maior no circuito principal temos aqui o de multiplexer que o que fazemos é construir uma matriz nas horizontais é cada uma das saídas de multiplexador e cada uma dessas saídas corresponde a um código de operações como vemos aqui não em e em hasta chegar ao jp 7 e bem e o último Eu não tenho nada se vemos no arquivo palavra é exatamente agora não tem um jp z e o último nada cada uma dessas linhas horizontais é o próprio opcode e então temos linhas verticais e em quantas linhas verticais você precisa de tantas linhas verticais como sinais de controle central precisamos do que são todos esses sinais o que vemos aqui sinais de controle, por exemplo Eu digo alguns aqui temos um homem se isso Lembra quando eu expliquei que a luz era o que me fez escolher na luz se

eu quisesse fazer uma soma ou operação lógica nano por exemplo Eu não sei se eles estão me seguindo porque em meios complexos de explicar isso como tudo está interligado e pode ser torná-lo meio difícil de explicar vamos continuar cada linha vertical tem um puxe a resistência, ou seja, coloque-a o valor padrão é positivo e como tínhamos dito que este multiplexador cada saída em negativo o que fazemos é com esses diodos quando interligamos uma linha com este diodo e por exemplo esta saída é negativa I mude o valor para o efeito que temos aqui que é positivo para negativo não sei se estão me seguindo e assim É assim que todos os sinais são gerados. ao controle Não vou explicar cada um dos operações porque seria tremendamente vídeo chato e muito longo mas vamos lá para revisar alguns, vamos começar com o primeira nota porque é aquele que não faz nada digamos sim Você vai me explicar exatamente o que não é não faz nada e sim porque é muito importante defina que nada que valores eles tem estar no negativo que valores eles têm ser positivo para que microprocessador nesse ciclo não absolutamente nada vamos fazer

um revisão rápida, então não é muito chato como vemos aqui temos um sinal de controle o que é rum ou tenho positivo o clube do acumulador eu tenho que negativo Eu tenho a saída negativa agora Eles estão me afetando como eu disse a eles no capítulo anterior todos estes integrados estão ativados para negativo por esse motivo e aqui eu faço um linha indicando que é negado então o valor padrão destes que são diga o valor padrão destes sinais de controle tem que ser quando é um pino de habilitação tem que ser positivo e quando é um la dge que aquele ser negativo, digamos que estamos fazendo isso não faz nada isso deveria ser negativo agora porque agora bem não ele está fingindo que ficou aqui em um operação é por isso que me mostra estes valores e assim definimos exatamente o que é nada dentro e dentro e bem, é o mesmo porque isso sempre faz adição e subtração, mas bom como Também não vamos passar o clube para ele nada acontece e como a saída da luz ele também tem um buffer chamado atual que vamos procurar o que antes sinais de controle atuais la ser positivo se a gente ver aqui deus vai ser nega-

tivo então não vá fazer Não sei se ficou muito claro porque o Eu realmente não pretendo explicar isso absolutamente tudo porque a ideia é mais que desce neste desce no circuito e começar a tentar entendê-lo é muito complicado é o de cada diodo onde vai cada para lidar com o sinal de controle, mas se eles levam tempo, tenho certeza que eles vão você pode entender que não é algo tão complexo finalmente bom temos todos esses sinais de controle que servem para fazer as diferentes coisas do microprocessador e então temos este circuito lógico aqui embaixo é o fim desse circuito lógico, olha, é tudo feito de Dan se comporta como eu disse a eles que eles são portões universais, então você pode fazer qualquer lógica de não se comporte nada Eu uso isso para saltos, temos três tipos de saltos o salto incondicional dizer que os saltos estão indo a parte do programa para outro quando o salto é incondicional se eu chamar essa instrução, ela pula diretamente enquanto o salto é condicional tem que ser cumprido algumas dessas condições, por exemplo se eu tiver o sinal de salto condicional carry e não tenho o carry ativado não ele ativará o sinal de

controle de carga que é o que me permite pular do que mesmo com salto condicional zero se a instrução de salto é chamada zero condicional e na saída do aluno eu tenho um zero não vai pular enquanto se eu colocar o salto incondicional vai pular sempre que eu Liguei para ele e esse sinal logan que tínhamos falado outro dia esse é o destaque O que faz o contador pular? de programas muito bom sobre o micro código não vou explicar muito mais porque como eu disse a você são um monte de resistores diodos de falha do resistor e você tem que leva algum tempo para entender, mas se ele ainda estiver no circuito tenho certeza que você pode entender com um pouco de tempo e paciência não Agora vamos continuar olhando para todos essas instruções que estão aqui, vamos voltar para ao documento de voz e vamos rever rápido e quase todas as instruções que instruções a definição todos podem projetar seu processador como quiser e seguir as instruções e com base nisso faz o micro código não faz nada é útil para fazer atrasos ignorar e o operando que significa que ele ignora o operando como Eu disse que as instruções são regulares sim

use-os abaixo do conjunto de operandos o que você coloca não importa isso significa o que o cndh ignora nan entra o operando o acumulador faz adicione o operando ao acumulador de carga para o operando no acumulador fora e coloca o valor do acumulador no porta de saída para o carro e coloque o valor do acumulador na porta de saída de in para carla o valor do porto de insira a no acumulador rd coloca o valor do acumulador no registro de endereço desta coisa expliquei na apresentação mas volto para explicar por que provavelmente eles se esqueceram de como eu lhes disse a memória um programa neste computador pode ter até 256 bytes isso era porque temos esses dois contadores binário que são 8 bits no total é dizer que só podemos acessar o memória para 256 bytes e também há este de interruptor que me permite selecionar entre 32 programas mas como é um computador 4 me morde quando tenho que dar um salto com 4 bits não é suficiente para mim dizer de que posição desses 256 bits eu quero bytes eu quero ir Então, como faço isso? Eu uso um registro de rede onde o posição de salto, por exemplo, vamos termi-

nar no salto incondicional na posição r do operando e aí eu já tenho os 8 bits que preciso para definir um que lugar de memória eu quero ir agora, quando vamos a um exemplo para entender melhor a área coloca o valor do acumulador no registrador ld e coloca o valor registrado em a área do acumulador é um registro de uso geral, ou seja, funciona tanto como uma entrada, a saída é um tipo de memória e então temos o três saltos o salto incondicional que sempre pula o salto se você estiver Ativou o carry e o salto condicional e como vemos, a posição sempre pula de memória rd mais o valor de operativo e eu sei que tudo que eu estou tentando explicar pode parecer confuso e Para deixar mais claro vou fazer um pequeno programa para fazer este pequeno programa vou usar essa tabela do excel que é algum tipo de compilador vashem blair quem fez isso não fui eu que fiz isso este trabalho este trabalho foi feito por um cavalheiro mexicano chamado Antonio Esquivel que viu a apresentação do computador gostou parece que o projeto e fiz um compilador fiz vários versões tivemos uma ida e volta e o você realmente

fez um excelente trabalho eu realmente muito obrigado acabei no facebook com ela linda família Ele é um homem de saúde de Potosí a cidade que está localizada mais ou menos em o centro do México para que possam ser localizados Desde já muito obrigado Antonio por teu trabalho Dito isso, vamos continuar com o compilador. o programa que eu vou fazer vai ser vou fazer algo bem simples contador que conta de 0 a 255 no porto de partida então vamos ver como fazer Vamos começar isso, olhe aqui no compilador nós escolhemos a primeira operação Vou carregar no acumulador um valor que vale a pena no acumulador 3 agora vamos ver porque que carga 3 no acumulador Agora vou chamar a função deste rd coloca o valor do acumulador no registro de endereço nós escolhemos então rd como vemos o rei não era o operando por portanto no operando não é necessário não coloque nada Agora vou carregar outro valor no acumulador a ideia é o valor que vamos carregar acumulador agora é zero onde vamos começar a contar Seguindo isso vou pegar esse valor que Eu tenho no acumulador para a porta e vemos Fora coloca o valor

do acumulador no porto de partida agora queremos fazer soma a operação de soma culpa e grave a operação de adição é água quanto vamos adicionar um vai adicionar um em um e finalmente vamos fazer um salto incondicional jp o o que significa este 3 o que vai acontecer vai fazer é primeiro quando eu zerar ele volta para esta posição aqui porque se você se lembra posição baixa é o que eu tenho o registro durante a operação em a parte superior do endereço é a do jp e o operando, então aqui temos um zero e aqui temos um 3 agora como trabalha este compilador diretamente para capon um nome agora vou mudar vou colocar o nome como contador exemplo ponto eu dou gerar arquivo e onde eu tenho isso é uma macro onde tenho a tabela do excel que gerou este este arquivo contador se eu for para um editor hexadecimal e o que Eu abro o arquivo para abrir que eu tenho com os projetos tutoriais Microcódigo de computadores de 4 bits perfeito aqui vemos como o arquivo que fez como os programas ou coloque direto esses valores aqui no um contador hexadecimal e bem, eu fiz o programa, mas com um compilador como o que vemos

aqui é muito mais simples porque é mais gráfico eu tenho todos esses nomes valores e é mais fácil lê-lo linguagem de máquina, mas como temos Falamos 33 70 30 40 2100 perfeito o mesmo que temos aqui 33 70 30 40 2100 finalmente estaremos carregando neste computador na memória do programa aquele contador que eu tenho Tutoriais de computador de 4 bits contraponto e agora vamos dar jogar para que simule e vemos que aqui está a conta vamos fazer isso vamos mudar a velocidade do relógio também para torná-lo um pouco mais lento vamos colocá-lo em 5 hertz 1 2 3 4 e se vamos contar programas Eu coloquei o 0 1 2 vou desacelerar ainda mais que você consegue ver porque se não sair vamos fazer a função como temos o 1 2 3 Quatro cinco 345 e eu sei que fazendo 345 345 isso exatamente o que a conta faz bem, eu acho que isso é tudo, não há muito mais para explicar sobre o operação deste computador, mas não será o último vídeo porque meu ideia é se você se lembra na apresentação Eu fiz vários programas de exemplo Eu gostaria de explicar como funciona em esses programas de amostra para que permaneça mais claro,

melhor compreendido função de computador, mas que assim se faz funcionar

Capítulo 8

(final): Exemplos de Programação

bem-vindo ao oitavo e último capítulo desta série de vídeos onde estou explicando como um computador de 4 bits que diz niell on este último capítulo vamos ver exemplos de programação de que programa eles tratam são apenas os shows que assistimos no apresentação da série vamos ver rapidamente o que eles eram primeiro é um contador que vai de 0 a 0 a efe

efe o segundo que vamos ver é um olá mundo em um 16 lcd para o qual Escrevo o mundo vou escrevê-lo o terceiro programa é um controlador do motor de passo que basicamente o que controla sua direção vemos que há virar de um lado e virar para o outro o quarto programa é a renda de dados por um teclado de matriz numérica vemos todo o 1 aparece o 1 no porta a tocou o 8 aparece o 8 o porta para o 0 e assim por diante e o último programa da reprodução para a melodia do meu querido tempo clemente [Música] muito bom entender esses programas vamos usar o compilador que fez em excel o amigo mexicano antonio esquivar e vamos começar com isso exemplo do contador que vai de 00 até efe efe e bom e volte continuar assim indefinidamente Vamos ver como isso funciona aqui temos contador no primeiro endereço de memória fazemos a ideia 4 ld lembrar que o que ele faz é carregar o operando no acumulador, ou seja, que no acumulador colocamos o valor 4 agora vamos ver porque segundo comando network r e o que ele faz é colocar o valor do acumulador é dizer os 4 que tivemos no registro de direção Agora eu te

lembro que você se registrou endereçar o endereço de registro quando damos um salto de um dos esses três saltos que estão aqui o incondicional o salto se ele correu o pule se você estiver na posição em que salto é definido por rd que na parte diminuir mais o operando vamos ver isso em o editor hexadecimal que se parece com um um pouco mais claro É como o que temos aqui vai de 0 a f esta seria a parte inferior ou seja, é o que o rd diz onde pular enquanto as linhas seriam o parte alta o que o operando diz Vamos continuar na terceira linha o que que fazemos é carregar o no acumulador então carregamos esse valor em r com este comando r eu acho que o valor cumulativo no Egitto para o lembro que registrou é um record de uso geral, ou seja, é um tipo de memória rne nós podemos colocar 4 bits lá e também então podemos pegá-los novamente a quarta linha não é o que não faz não vamos dizer nada depois veremos porque Eu coloquei que não está lá quinta linha do que isso significa que ao valor do acumulador somamos 1 e o novo valor do acumulador é passado para ser o 1 1 e obtemos esse valor pela porta b já que este

é o valor baixo quando começamos a contar começamos a contar primeiro pela porta b vamos continuar então dizemos que damos um salto condicional dizemos pular e carregar para 1 o que significa se carrie por que comece a contar quando efe + 1 o que sai no valor acumulado que leva o acumulador é zero e é ativado a perna de transporte digamos assim transborda e é acionado a faixa atinge ser 0 1 2 3 assim até efe e no próximo passo a faixa é ativada e onde pula exatamente onde pula é para a posição 14 porque porque salta condicionado ao valor alto que é um e o outro valor é retirado do registro de endereço que nós colocamos em 4 pule para 14 se não vemos no no no editor hexadecimal está bem aqui vamos voltar ao excel e se bom e se não de uma forma que não posição perdida incondicionalmente zero é dizer que repete tudo de novo é o mesmo vamos continuar na posição 14 o que ele faz é pegar o valor que havíamos gravado no registro de propósito geral este registro e o que ele faz é adicionar um e eles saem percebendo que me parece o valor que é no registrador a é apenas o valor do porto e o valor que esta levando essa tela

que está aqui e se voltarmos ao balcão o que fazemos para Adicionamos 1 a esse valor e o colocamos em o registro adicionamos 1 e salvamos novamente no registre-se para comer porque vamos usá-lo e então nós o tiramos pelo porto depois de carregarmos no acumulador zero porque porque temos você tem que reiniciá-lo para recuperá-lo porta b e damos um salto incondicional para a posição zero é diga que o que quer que repita isso sai daqui exceto quando o carry chega faz essa outra parte aqui e volta para zero basicamente é todo o programa é um programa muito simples talvez eles estejam se perguntando e tudo mais este espaço aqui está morto como era vemos aqui no editor hexadecimal e no a verdade é que sim porque porque isso computador é tão simples que não tem o que eles chamam de saltos para suas rotinas Então eu prefiro deixar esses espaços de memória mortos, embora não fazer qualquer coisa para simplificar o assunto do hardware e programação para o melhor eles estão se perguntando mais do que não explique que vamos passar para veja isso não é daqui porque se colocar este não está aqui porque quando

eu voltar executar um salto incondicional para zero. O que eu faço não é eu não pular para zero. Na verdade, pulo aqui para quatro porque tenho a posição baixa do registrador é aquela de aquele que salvei em terceiro e pule aqui 4. A questão é que se eu não colocar isso não vou perder um ciclo e sei lá. Mariah a soma é por isso que eu tenho que adicionar esta nota. Vamos passar rapidamente para o próximo exemplo. O que é olá mundo em um lcd 16. Vejamos como o lcd primeiro é lido. Pode ser usado com 4 bits que estão conectados ao porto de partida de e então você precisa duas assinaturas na verdade uma que é aquela está conectado à porta de saída 0 e o drs que está conectado na saída porta 1. Não vou explicar em detalhes como estas eleições funcionam porque não é o que vem ao caso do vídeo, mas vamos ver isso primeiro para usar o lcd. Você tem que iniciá-lo seguindo esta sequência que a gente vê aqui na folha. Dados são os lcds. Estes são os acessos hash que tem o driver h de 44 70 e 80. Uma folha 47 temos a iniciação que basicamente você tem que enviar a iniciação para usá-lo com 4 bits. Existe o que mandar aqui esses 2 se diz 1 todos

os outros para o e fazer um pulso no em que dizemos então vamos ver muito rapidamente porque eu não acho que é tão longo vídeo o código que é bem longo mas não vou explicar todo o código explique mais ou menos do que se trata porque este este programa a regra é muito chato nada muito inteligente basicamente o que fazemos é carregar lembre-se que ele disse 11, ou seja, é 3 cobramos é avaliar o acumulador e o que tiramos na porta b que é onde fica conectou o barramento de dados e depois o que fazemos é ligar e desligar o pino mais baixo da porta para o qual eu sei que está conectado à fibra em que o carregamos acumulador 1 é retirado através da porta veja como fazemos um carro e então temos que redefini-lo porque estamos enviando a ele um pulso que é o que repetimos três vezes e repetimos tudo O que você tem que fazer até chegar a isso? que é a conclusão do inicialização e configuração lcd digamos que é algo muito chato carvalho em acumulador tira-o para um porto ou por outro enviando pulsos e depois como é que este lcd funciona muito Eu rapidamente explico para você bem como trabalhar como 4 bits temos

que repassar temos aqui temos o tabela com os personagens por exemplo vamos ver o hd olá mundo o maiúsculo tem se é codificado em 8 bits, mas usamos apenas 4 e como fazemos se você definir esse valor aqui que é aqui que seria um 4 na parte superior de os 8 bits enquanto esse valor que está aqui que seria um 8 no parte inferior dos 4 bits então o que é feito nós colocamos a parte superior que dizia que era um 4 lo carregamos o acumulador e depois colocamos na porta b e então nós geramos o pulso agora o pulso é diferente porque tem que ser liguei o rc e depois passamos o parte superior, ou seja, é o acesso com a h com o ou com todos os caracteres o espaço e assim que terminarmos tudo fazemos uma sequência semelhante para excluí-lo e voltar ao início e último nós temos essas três linhas que o que que fazemos é carregar no acumulador 2 colocamos isso no registro de direção leste 2 não faz sentido porque ignora o operando e fazemos um salto indica incondicional para o posição 3 em que se diz na parte superior que viria ser 23 onde temos o h de 23 32 estaria em olá mundo realidade diga o que repita continuamente olá

mundo apague tudo e repita depois explique o anterior mais ou menos pra você ver com que frequência estamos trabalhando trabalhamos algumas frequências muito baixas embora isso esteja funcionando a 100 meg por 100 anos enquanto no del contador eu acho que é ainda mais baixo correndo para que você possa vê-lo para que você possa ver o efeito estamos correndo 20 anos O próximo exemplo que veremos é o motor de passo como vemos é anexado à porta para um motor de passo passo ou bipolar que está girando neste caso no sentido horário estava instável a pouco isso é para a simulação e para o seu tempo porque estou gravando, mas eu deveria ser um movimento fluido este exemplo é um pouco mais interessante porque como vemos que também estamos usando a porta entrada agora que tudo está no lugar o valor um, exceto o valor mais baixo que Eu sei que varia entre 0 para a torção sentido horário e 1 para rotação no sentido anti-horário Vamos ver como este programa é feito. muito simples a primeira instrução que fazemos é colocar no acumulador o valor 2 esse valor do acumulador carregamos no cadastro de endereços

ou seja, a parte inferior de onde vamos dar o salto próximo passo o que fazemos é levar o valor da porta de entrada e o e lo colocar no acumulador e o que fazemos agora é uma operação lógica lan lembre-se que isso computador só tem dois operações uma lógica que é nand e uma aritmética o que é av Nós vamos mostrar a ele do que se tratava operação lógica nanda esta é a mesa basicamente o que ele faz é que sempre que houver um zero coloque um 1 então a única maneira de aparecer um 0 é se ambos os valores forem 1 se você se lembra no circuito tivemos desculpe-me exemplo confuso, mas isso temos todos os valores em um exceto o valor do menor que pode variar entre 0 e 1, dependendo do sentido de torcer que queremos dar então sim voltamos à mesa o que o cativa é esse valor que temos que pode ser 1 110 ou pode ser senão 11 11 diga todas as quatro vezes 1 e ele faz apenas a operação entre esse valor e esse e diz a você que se esse valor for 0 17 tudo é 1 a única maneira que o resultado do acumulador ser 0 é ser efe e efe e o que diz se esse valor for f é neste alto valor o bit que indica o sentido do salto de rotação para o posição

2 que é a posição 2 basicamente é igual a 22 porque temos o dobro aqui mais os 2 que havíamos cobrado no acumulador sim vamos para a posição 22 o que me diz é aquele zac que colocou no acomodado no bola para kaká vemos em binário como como fazer bem é como ficar animado bobinas que é 1010 e enviar pelo porta a tirá-lo da porta a e então temos 34 nem todos seriam esses se não escrevemos ou se colocamos, não está lá aqui é exatamente o mesmo porque temos 4 não que não façamos nada porque estou interessado no movimento sendo fluente então o que eu tenho que fazer é deixar 4 nós e fazer o próximo passo que é colocar as bobinas nesse valor 100 1 que é 9 em hexadecimal e é repita a mesma coisa isso o que faz é isso faz essas quatro etapas e está apenas dizendo que Se não, quando toco, mudo o bit. naquele instante não me faz o Inversão de marcha, na verdade, lo faz uma vez que ele completa todos os quatro Passos e quando eu completar todos os quatro passos o que ele faz é um salto incondicional a zero que vem a ser zero na posição 0 2 realidade que é aquele que leva o valor s e se vemos aqui temos que quando eles fazem

os saltos nós temos o que ele faz é pega o valor e tem uma série de ciclos e para que o movimento seja fluente eu tenho que colocar isso aqui também série de ciclos por esta razão nota aqui então chegamos a isso posição aqui que dissemos se é zero o que dizer que a porta é tudo em um acs insere esse ciclo enquanto se não é zero faz um salto incondicional para posição 4 qual posição 4 o posição 42 porque tínhamos o 2 do endereço do registrador mais os 4 do operando e o que fazemos é o ciclo oposto diga aqui estamos fazendo 956 e aqui o que fazemos é 5 9 a 6 e depois nós o fazemos pular de volta para o posição 0, ou seja, para a posição 0 2 Se virmos no exemplo, eles verão que precisamente se eu mudar isso a mudança não faz isso imediatamente faz um tempo de repetição de todo o ciclo repita o ciclo e faça a mudança basicamente todos os seguintes exemplo é esse do teclado que é meu preferido ao melhor liga-nos muito atenção toque em um número e ele aparece aqui não é grande coisa todo o ponto de vista de programação parece-me o mais interessante vamos ver a tabela para entender porque eu te digo isso aqui temos este

é o programa e o que estamos fazendo carregamos no acumulador o valor 2 que valor que colocamos no registro direção, ou seja, a parte inferior Onde vamos pular a seguir? Carregamos no acumulador o valor 1 e nós o enviamos para a porta b vamos ver primeiro para entender um pouco é assim que está conectado muito importante pulei essa parte na porta, veja, conectamos o que são as linhas do teclado matricial o que o que vamos fazer é uma varredura que vamos enviar 1 2 48 ou seja estamos aprendendo as baterias de um e depois para o porto de entrada que conectamos são esses três valores de coluna e o maior valor alto, digamos que o valor de três é conectado alto o que é feito é um varrido e, em seguida, em pé, dependendo que toquei no momento em que o varredura é como o programa sabe o que número de toque, como vemos, também existem alguns pull down ou seja, os valores por padrão são definidos e quando eu toque seria colocado em alta Dito isso, vamos continuar olhando o código. muito bem então nós estávamos aqui o que nós fazemos isso é o que eu Eu chamo de sweep que é o 1 que colocamos na

porta b então vamos colocar o 2 então vamos colocar 4 é posso colocar os 8 e então o que fazemos é pegar o valor da porta de entrada e colocamos no acumulador que é o instrução e porque eles disseram que é o exemplo que Eu gosto mais porque este exemplo faz muito uso da saúde Como eu disse, este não tem apenas dois operações uma lógica que hernán e um aritmética qual é a soma sem lembrar Eu disse a eles várias vezes em vários vídeos que a operação nam é um portão universal, isto é, com operações nan você pode fazer qualquer tipo de lógica como saber aqui tem estou interessado em saber o que apertei o botão então como faço isso eu não faço nada o val eu faço o valor que tenho no acumulador é dizer que o que eu tirei do porto de entrada e que valor eu faço na 9 então eu faço de de volta às 9 e então eu faço nan efe e então eu dou um pulo se o resultado salta para uma posição de memória que é dada ao fundo pelo que tenho no terceiro e aqui o posição de memória 5 vamos ver um pouco que é sobre isso vamos supor que eu apertei o 1 isso quer dizer que eu tenho o 1 isso seria pressionar o 1 significaria que é 100 1 ou qual é

o primeiro 1 porque eles são lembrados no circuito temos o maior valor sempre conectado ao positivo agora Embora eu queira ver se esse valor que está aqui em vermelho marcado também é 1 Então, vamos voltar para a mesa para escreva o exemplo Acho que pressionei esse valor o que faço é dar esse valor por esse mesmo valor pelo valor que estou vendo a condição para ele se ele apertou não qual é a resposta disso é sempre que eu tenho um 0 com um 1 então é o 1 1 0 novamente eu faço 1 1 0 e esse valor é esse é este 9 qual é o resultado disso é 11 11 e ao fazer e o valor que eu deu 1 1 1 1 com 1 1 1 diga com efe o resultado torna-se 0 se eu colocar qualquer outro valor aqui por exemplo 100 10 e o resultado aqui nunca será zero então dessa forma fazendo três instruções não consigo entender a lógica para saber qual tecla eu apertei como eu sei que você fique conhecendo a coluna determinar por isso e a linha do determinado pela varredura que agora estamos na primeira fila então eu disse a eles que se é zero é diga que eu apertei o 1 pule a posição de memória 5 na parte superior e a parte inferior é 252 e se formos aqui para

52 que não vamos encontrar que acabei de encontrar descarregar no acumulador o valor 1 e apresentou-o no porto e recorda em a porta a é aquela que exhibe o valor que eu apertei no teclado enquanto a porta b está com a capa da realidade, é por isso que aqui você pode ver que qualquer número aí o que eu sou fazendo é a varredura 1248 mais ou menos acho que ficou entendido que podemos saiba um pouco mais como isso funciona o mesmo depois de colocar o que eu faço mesmo para o zero para o retorno a carregue o valor da porta de valor em o cumulativo o valor que um porta de entrada e faça outro teste agora com esse valor que é para ver se aperte a segunda coluna e depois mesmo com esse valor que é aquele Vem a ser ver se apertei o terceira coluna uma vez eu vi e apertei alguns daqueles três colunas o que eu faço de novo colocado na porta b o segundo valor da varredura, que é 2, então eu faço o que mesmo com a porta de colocado os 4 eu faço todas as perguntas e, em seguida, com o porta b colocada 8 e está me fazendo os saltos como se diz dispensas condicionais para a bola de correspondência para isso colocaríamos por

exemplo 62 72 82 sempre termina em 2 porque é o valor eu tenho na porta de endereço e uma vez que termina a um salto incondicional a 0, ou seja, volta a a posição é que dá aquele seria a posição 0 2 bem isso é tudo no exemplo do teclado Como último exemplo, veremos que em melhor chamar um pouco mais de atenção embora a verdade seja muito simples ponto de vista de programação não é o grande problema é o do áudio que produz a melodia de forma incremental já tinha avançado um pouco apresentação esta não sei o som estou gerando com o computador realidade com o computador que eu sou enviando as notas nos tempos de vídeo e som gerados com um sintetizador um sintetizador muito simples, vamos ver como isso funciona sintetizador queremos aqui está conectado à porta vêm que dá quatro acessos conectados a um multiplexador este multiplexador é exatamente o mesmo que vimos no microcódigo o mesmo circuito integrado de interesse para o céu o que ele faz depende do valor Que eu aconteça com ele aqui, por exemplo, aconteceu em valor 000 me coloca abaixo de zero enquanto todo mundo os coloca alto se eu

passei para 111 isso me coloca em menos de 15 anos, enquanto todos os outros eles estão em alta vire bem cada uma dessas pernas pino o não está conectado a nada é o silêncio enquanto a pata outras pernas estão aqui bom sendo o estou usando estão conectados um transistor pnp a bs 327 coloquei um transistor pnp para usos gerais e que iria ativar isso é operando na saturação e cortando quando esse valor é baixo e com estes dependendo de como vem ativar esses transistores gerou um as notas agora vamos ver como é mais aqui coloco os valores por exemplo este é o sol mais sério depois de termos sol foi re mi fa e um sol forte digamos um oitavo vamos ver o som que ele gera 1555 executando em modo estável, ou seja, como um oscilador e essa rede de resistências é a que gerar as notas vamos ver um pouco aqui fiz uma ex dele explicando isso esta é a fórmula 555 funcionando em modo estável o que nos diz que a frequência é dada por $144 \text{ dividido a área mais } 2 \text{ crb todos que multiplicado por c muito bem aqui temos o valor diz que é um valor que eu defini que vem para ser este capacitor vamos ver aqui este capacitó agradeceu-lhe na mão}$

por deus então temos uma resistência de $8\text{ k}\Omega$ do que a resistência que não se move que é aquele que no circuito chama o de cabeça para baixo e o que varia é real então eles não se encaixam aqui basicamente Eu defino as frequências de cada nota Digamos que o famoso 440 e eu sabia disso internet para ver cada nota o que frequência corresponde à capacidade não a R_b mexe, não mexe definido em $8\text{ k}\Omega \times$ de modo que estes números não me dão negativo digamos que não Eu posso colocar uma resistência negativa se eu tivesse colocado outro valor para caber 5 Aqui vamos ver o que acontece se eu colocar 5k nada acontece como se eu fosse colocar 10 cadáveres vamos ver o que acontece coloquei 10 kaká e esse valor me dá um resistência negativa que não tem senso então definiu um resistor que existe isso é $8\text{ k}\Omega$ muito bom então como funciona esta tabela basicamente estes valores esta fórmula é um apuramento destes já Que valor o real tem que assumir para me dê a frequência que eu sou colocando aqui então o que fazemos é comece com este valor o maior valor afiado então o que fazemos com esse valor esta resistência per-

manece fixa enquanto Esta será a diferença entre o valor anterior e o seguinte e assim sucessivamente sucessivamente é menos é é menos é há menos isso e outros do que com esses valores só é possível sintonizar perfeitamente o sintetizador digamos que este é o único medidas fixas mil 968 no primeiro e depois dos valores seguindo para que quando eu for ativando estes as notas são ativadas novamente um por um sempre gera o frequência de saída Agora vamos ver o programa do programa muito simples como eu disse a você do ponto de vista visualização de programação não tem nenhum Não tem nada de muito interessante, vamos ver como é feito basicamente agora temos a partitura e o que eu faço é definir uma colcheia por exemplo é quatro ciclos de máquina, digamos que um preto seria oito um branco seria 16 e assim sucessivamente por exemplo aqui está primeira nota que tenho para enviar é um 2 que é aquele que dura o tempo de um oitavo então o que eu faço em enviar o 2 que é o que é seria um 4 conectado na porta na verdade eu tenho colocar o valor 4 para que eu ligue e então ele enviou um duplo silêncio no caso não, as notas

iriam ficar então ele mandou os 2 ele sempre mandou um silencio Termino de enviar a nota que quero com um silêncio para que as notas eles estão separados e não há um preso a o outro então bem basicamente é que manda um 2 como uma cortina depois enviou outra como colcheia enviou um C como preto depois mandou esse sol grave que é 1 tão preto quanto denia há oito ciclos de máquinas e assim por diante nada mais digamos que ele não tem nenhum Ele não tem nada, vamos dar um branco Blanca vem para fabricar máquinas de 16 séculos e com isso gerou todas as notas seguindo a pontuação nada mais basicamente é o que parecia algo complicado é na verdade algo muito simples e isso por não gerar o freqüentemente com ele com o computador funciona muito devagar isso funciona isso aqui eles estão dando para 15 aqui só Com esse vídeo eu acabo com tudo o que tem a ver operação deste simples Computador de 4 bits que diz eu espero que este entendeu se não é assim deixe nos comentários tentei explicá-lo em algum outro vídeo ou responda ali mesmo no comentário like sempre no canal terão um link para baixar todos os arqui-

vos da tabela de excel que o antonio esquivel fez e bom tudo que você precisa para o próximo faça seu próprio programa veja como funciona e assim por diante terminando bem esta série em melhor do que eles podem deixar no comentários tópicos que você estaria interessado em ver minha ideia é continuar com o que esta com esp 32 e alguns outros projetos que tenho à vista dizem nos comentários o que tópicos que você gostaria de ver e bem, eu vou tente desenvolvê-los