

MATEUS CURTOLO DE GOES - 12675997
MATHEUS DOS SANTOS INES - 12546784
MATHEUS MARQUES DOS SANTOS - 12547170
NICOLAS CRUZ CALDEIRA - 11882624
OLIN MEDEIROS COSTA - 12731738

PARTE 1: RELÓGIO DIGITAL TTL

Trabalho de conclusão da disciplina ‘Sistemas Digitais’ apresentado à
Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo

Curso de Engenharia de Computação

ORIENTADOR: Maximilian Luppe

São Carlos

2022

FOLHA DE APROVAÇÃO

MATEUS CURTOLO DE GOES - 12675997
MATHEUS DOS SANTOS INES - 12546784
MATHEUS MARQUES DOS SANTOS - 12547170
NICOLAS CRUZ CALDEIRA - 11882624
OLIN MEDEIROS COSTA - 12731738

PARTE 1: RELÓGIO DIGITAL TTL

Trabalho de conclusão da disciplina 'Sistemas Digitais' defendido e
aprovado

em / / ,
com NOTA (,), pela comissão julgadora :

Prof. Maximilian Luppe - Universidade de São Paulo

Coordenador do Curso de Engenharia de Computação

SUMÁRIO

1. Introdução	4
2. Descrição do Relógio Digital	5
3. Ponto bônus	8
4. Tabela dos componentes (BOM)	10
5. Consumo médio de energia	11
6. Conclusão	12
7. Referências	13

1. Introdução

A primeira parte do trabalho de conclusão da matéria ‘Sistemas Digitais’ consiste na construção de um relógio digital TTL (Transistor Transistor Logic), utilizando componentes da família 74LS00, ademais, utilizou-se decodificadores BCD-7-segmentos para a ligação com os display de 7 segmentos. Seguindo as instruções exigidas pelo docente responsável, foi construído o circuito com o objetivo de atingir um sinal de frequência igual a 1/60Hz, que foi usado de base de tempo nos contadores do relógio.

A posteriori, o grupo procurou resolver os desafios propostos como ponto extra, esquematizou o circuito utilizando softwares propícios e redigiu um texto descrevendo o circuito, além de pesquisar os *datasheet* e estimar a partir dele o custo e a potência das peças, informações essas que foram apresentadas com o uso de figuras e tabelas ao longo do projeto.

2. Descrição do Relógio Digital

O relógio digital TTL foi estruturado usando o software Livewire, o resultado completo está na imagem abaixo. Ademais, Para melhor entendimento foi feito duas capturas de tela do circuito abaixo, para que seja possível visualizar melhor os componentes e as conexões.

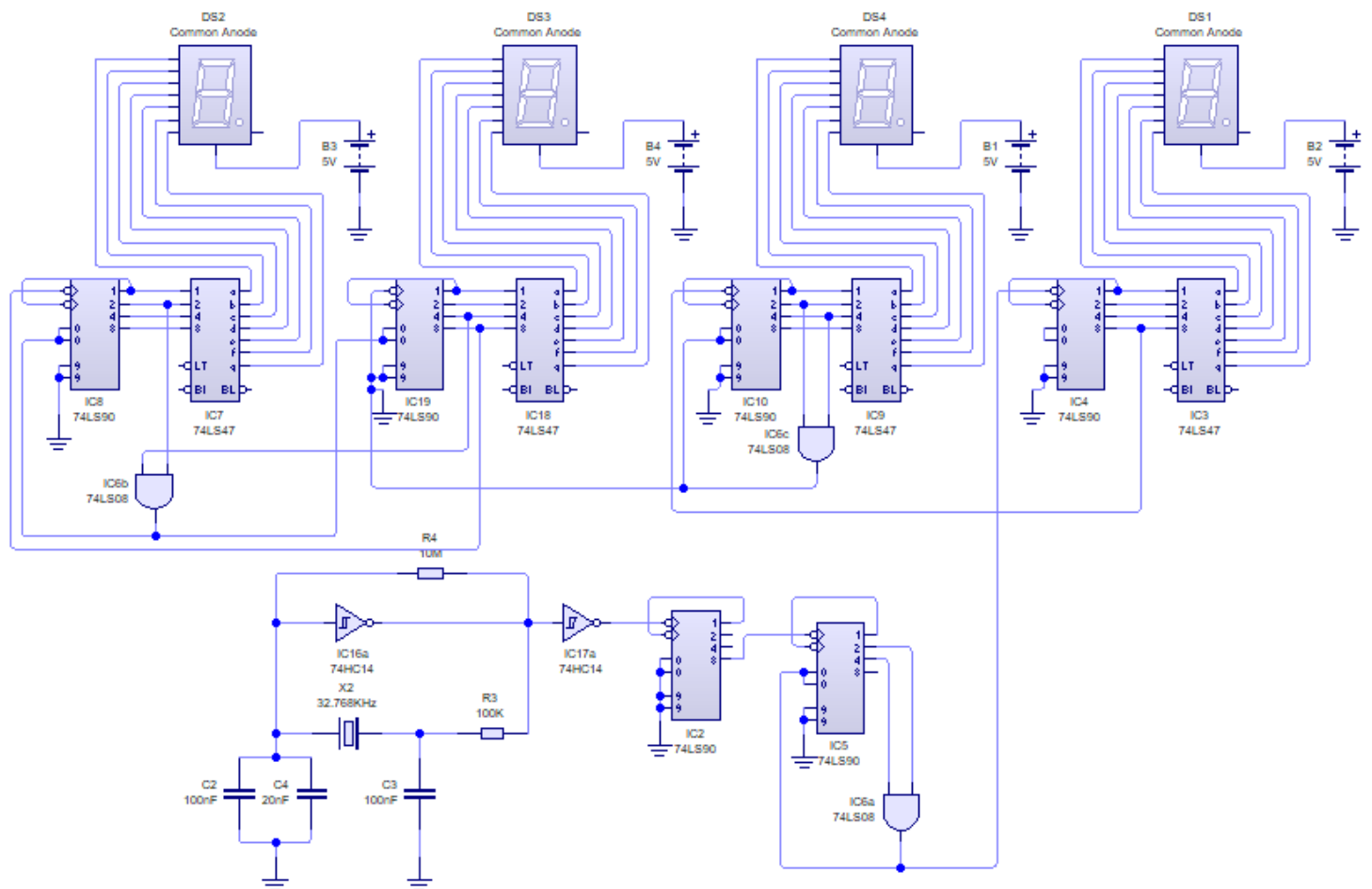


Figura 1

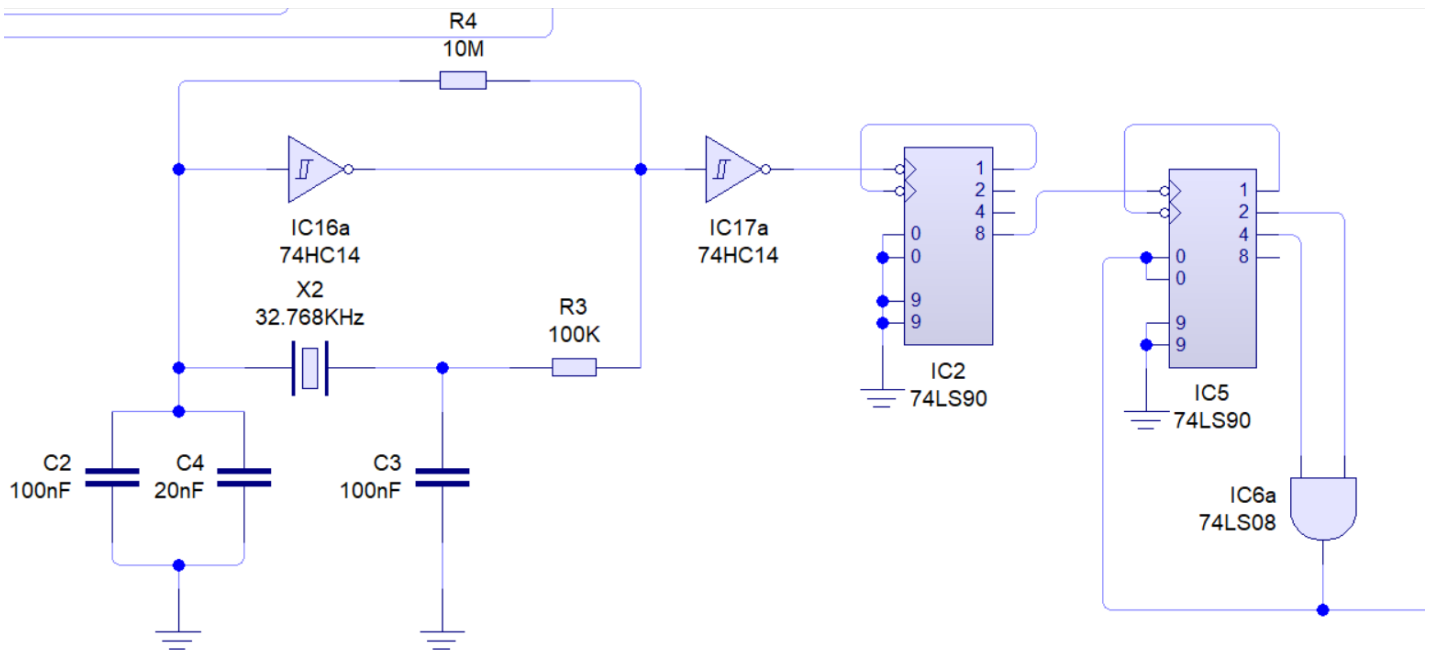


Figura 2

Nesse momento do projeto, como visto acima na Figura 2, foi usado um oscilador controlado por um cristal de 32,768kHz como solicitado nas instruções do trabalho. Diferente do exemplo sugerido pelo Docente, decidimos trocar os capacitores para que a frequência de 1Hz fosse diretamente gerada. No entanto, o objetivo final era a frequência de 1/60Hz, para isso, foram utilizados 2 contadores de década (74LS90) juntamente com a porta AND (74LS08) para gerar a frequência necessária.

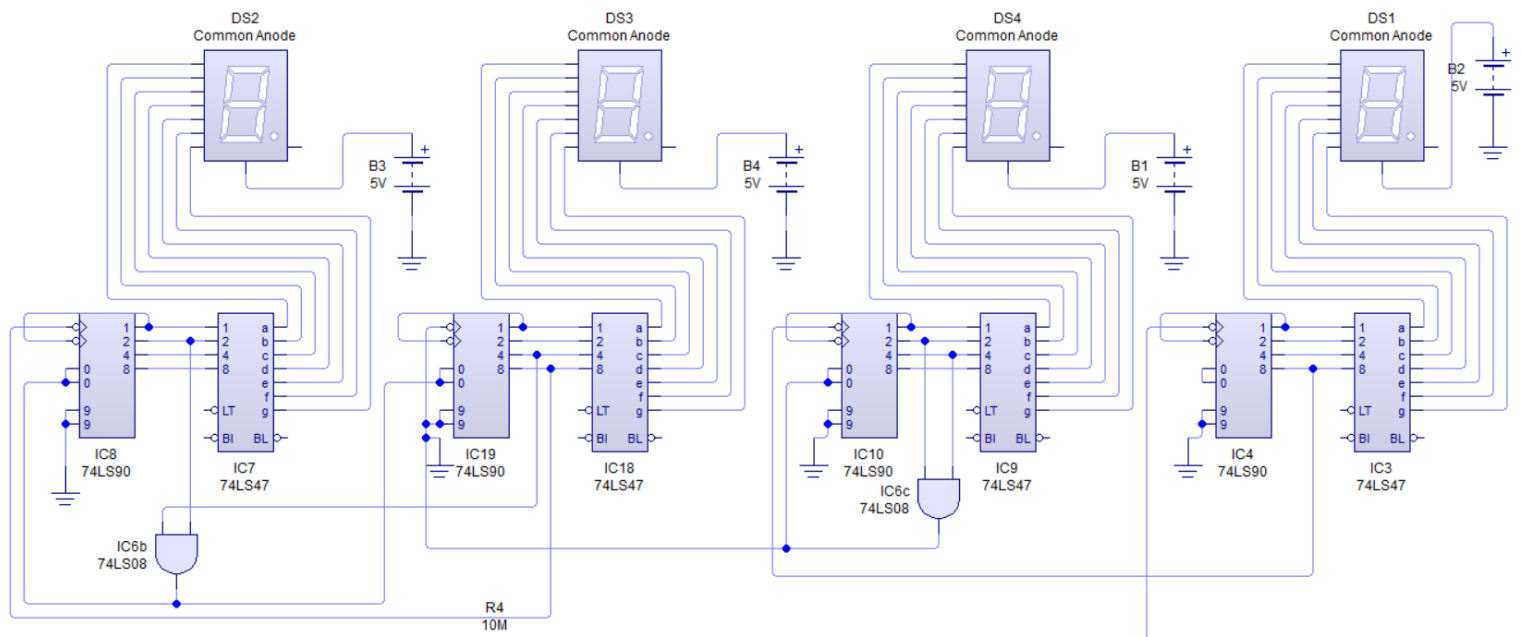


Figura 3

Nesse outro momento, para cada dígito do relógio, usamos um contador de década (74LS90) e um decodificador BCD para 7 segmentos (74LS47). Lógicas adicionais foram introduzidas para que os contadores dessem um *reset* no momento correto. A primeira lógica adicional usada foi para o segundo contador (dezena de minutos) para que ele desse o *reset* no momento em que esse display chegasse ao número ‘6’, já que ao passar dos ‘59’ minutos, queremos que ele *reset* e volte para ‘00’, dando um pulso (um sinal) para o terceiro display (unidade de hora). Além disso, foi implementado uma segunda lógica adicional no terceiro e quarto display, tal lógica funcionava da seguinte forma: quando a dezena de hora alcançar 2 e a unidade de hora alcançar 4, os dois displays devem ser resetados (visto que temos um relógio que marca da 00:00 até 23:59). É importante visualizar que tais lógicas adicionais estão explícitas na imagem pelo uso da porta AND (74LS08), sendo tal componente o mecanismo necessário para que os *reset*’s aconteçam de forma correta, recomeçando a contagem sempre que necessário.

3. Ponto bônus

Foi proposto pelo professor no Projeto Final algumas implementações extras. A primeira implementação é de representar os dois pontos (:) na representação das horas (e minutos) sem incluir novos componentes. Para a resolução do problema, podemos aplicar uma rotação de 180° no display da direita (deixá-lo de cabeça para baixo) como mostrado na figura 4 abaixo. É importante notar que nesse caso as entradas devem ser invertidas, da forma que (A vira D, B vira E, C vira F) e G permanece como antes.

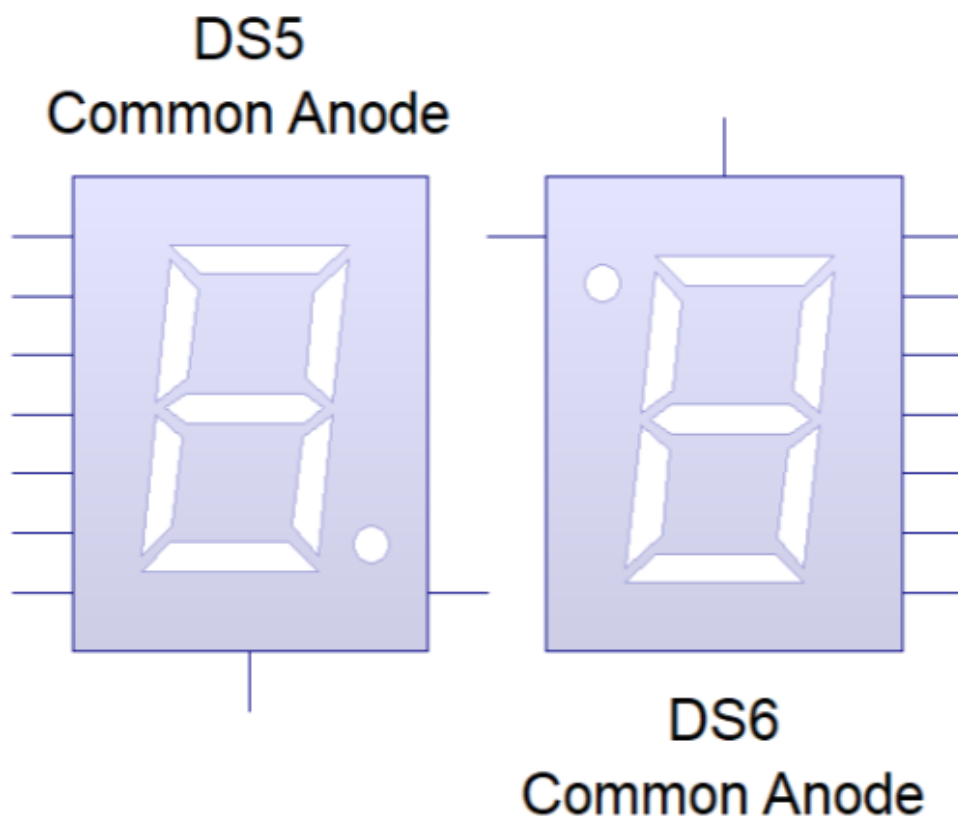


Figura 4 (com o display da direita invertido)

Para acender os dois pontos (:) e cumprir com o segundo desafio que é fazer com que os dois pontos pisquem na frequência de 1 Hz, é preciso conectá-los à saída do oscilador (IC17a - 74HC14 da figura 2). Dessa forma, teremos os dois pontos da maneira padrão de um relógio digital (:) e eles irão piscar na frequência exigida.

Para o último desafio, foi solicitado que a representação do ‘6’ no display de 7 segmentos fosse resolvida usando uma lógica extra, o esquema abaixo foi proposto de forma que fosse possível ligar o segmento ‘a’ do display ao mostrar o número ‘6’. Basicamente, conectamos as entradas (8, 4, 2, 1) nos respectivos pinos. Após o uso da lógica da imagem abaixo (figura 5) podemos conectar a saída ao fio que conecta o pino “a” do 74LS47 na entrada “A” do display, cumprindo o que foi solicitado.

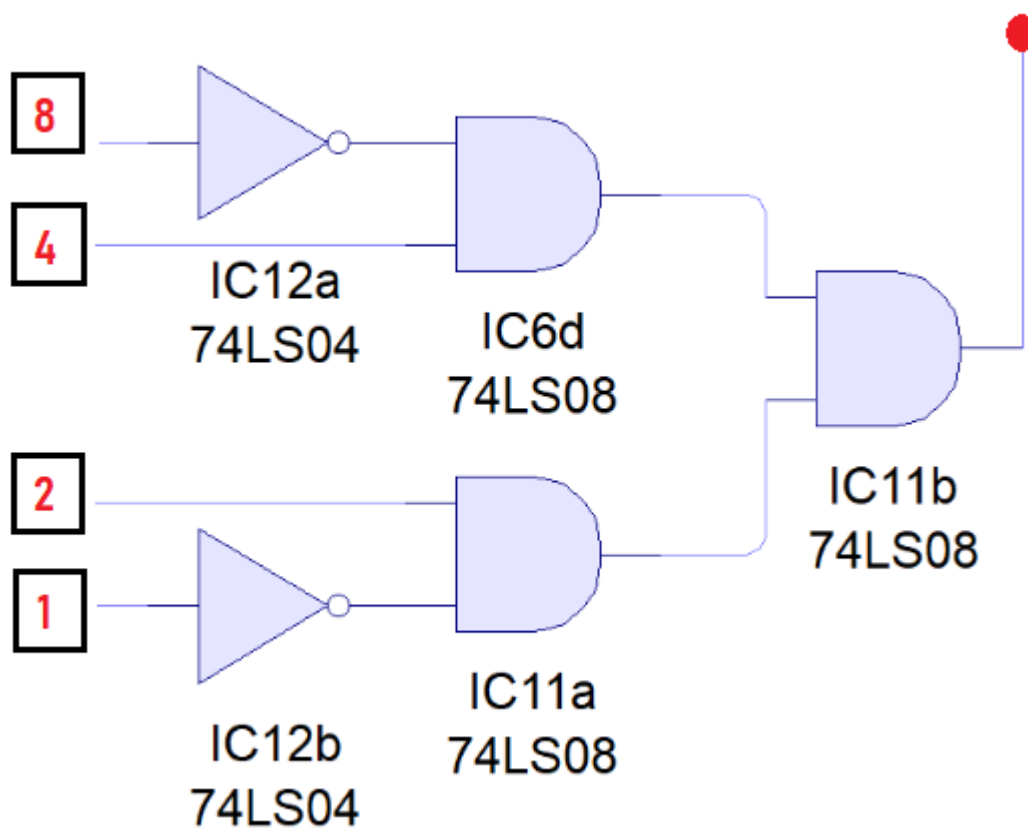


Figura 5

4. Tabela dos componentes (Bill of Materials)

Nome	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Capacitor 100nF	2	0,14	0,28
Capacitor 20nF	1	0,13	0,13
Cristal 32,768kHz	1	1,10	1,10
74HC14	1	2,30	2,30
Resistor 10M	1	0,15	0,15
Resistor 100k	1	0,06	0,06
74LS90	6	5,90	35,40
74LS08	1	2,99	2,99
74LS47	4	8,42	33,68
Display	4	2,50	10,00
Preço total (todos os componentes):			R\$ 86,09

Tabela 1

Os preços dos componentes foram retirados do site baú da eletrônica, juntamente com seus respectivos *datasheets*. O preço final para a montagem do relógio foi de R\$86,09.

5. Consumo médio de energia

Nome	Quantidade	Consumo unitário (W)	Consumo Total (W)
Capacitor 100nF	2	-	-
Capacitor 20nF	1	-	-
Cristal 32,768kHz	1	-	-
74HC14	1	0,140	0,140
Resistor 10M	1	-	-
Resistor 100k	1	-	-
74LS90	6	0,045	0,270
74LS08	1	0,040	0,040
74LS47	4	0,035	0,140
Display	4	0,060	0,240
Consumo total (todos os componentes):			0,830 W

Tabela 2

Utilizando as informações encontradas nos *datasheets* dos componentes, podemos encontrar e/ou calcular a energia consumida pelo sistema através da potência (Tabela 2). Como a temperatura impacta diretamente no consumo de energia, foi levado em consideração que o relógio funcionaria numa temperatura de 25°C. Somando a potência de todos os componentes usados, podemos encontrar o consumo total do sistema, encontramos o valor de 0,830W.

6. conclusão

A partir da elaboração do projeto que exigia a construção de um relógio digital TTL foi possível estimar um consumo total de 0,830W, custo considerado relativamente alto, característica essa já esperada da família TTL, que apresenta consumo maior quando comparado com os componentes CMOS; dentre todas as peças utilizadas no circuito projetado pelo grupo, podemos destacar o display e o 74LS90 como sendo os componentes mais consumidores de energia.

O preço total estimado foi de R\$86,09, tal valor pode variar um pouco dependendo da disponibilidade e da loja consultada, no entanto, é possível dizer que o preço encontrado está consideravelmente dentro do planejado para um projeto como esse. Ademais, para concluir, é possível dizer que apesar de eventuais dificuldades na consulta de *datasheet* e na elaboração de um circuito elétrico que cumprisse com os requisitos solicitados, todos os objetivos determinados no começo do trabalho foram cumpridos e apresentados.

8. Referências

<https://blog.novaeletronica.com.br/circuito-ttl/>

http://www.fundacaobradesco.org.br/vv-apostilas/mic_pag3.htm

<https://www.baudaeletronica.com.br/>

<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/eletronica-digital/o-que-sao-portas-logicas/>

<https://www.marciocunha.eti.br/eletronica-digital-diferencas-entre-ttl-e-cmos/>

<https://storage.googleapis.com/audaeletronicadatasheet/74HC14.pdf>

<https://storage.googleapis.com/audaeletronicadatasheet/74LS90.pdf>

<https://storage.googleapis.com/audaeletronicadatasheet/74LS08.pdf>

<https://storage.googleapis.com/audaeletronicadatasheet/74LS47.pdf>