

## RELATÓRIO DE LABORATÓRIO

### LABORATÓRIO Nº66

### RELÓGIO DIGITAL

<b>1. GRUPO</b>	<b>1</b>
<b>2. ENUNCIADO</b>	<b>2</b>
2.1 Objetivo do Projeto	2
<b>3. DIAGRAMA DE BLOCOS FUNCIONAIS</b>	<b>2</b>
<b>4. DESCRIÇÃO PROJETO</b>	<b>3</b>
4.1 Visão Geral do sistema	3
4.2 Geração do sinal (Clock)	3
4.3 Contagem Sequencial	4
4.4 Decodificação e exibição	5
<b>5. DIAGRAMA ELETRÔNICO</b>	<b>6</b>
<b>6. EXPLICAÇÃO DA TEORIA EM CADA BLOCO FUNCIONAL</b>	<b>7</b>
<b>7. AMBIENTE DE SIMULAÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>8. LISTA DE MATERIAIS USADOS</b>	<b>8</b>
<b>9. ANEXO DOS COMPONENTES</b>	<b>9</b>

## 1. GRUPO

Nome : João Vitor Asam Montanaro  
RA : 752836

Nome : Nicole Nobre Lacerda  
RA : 753625

Nome : Gabriel Aparecido Rocha  
RA : 753742

## **2. ENUNCIADO**

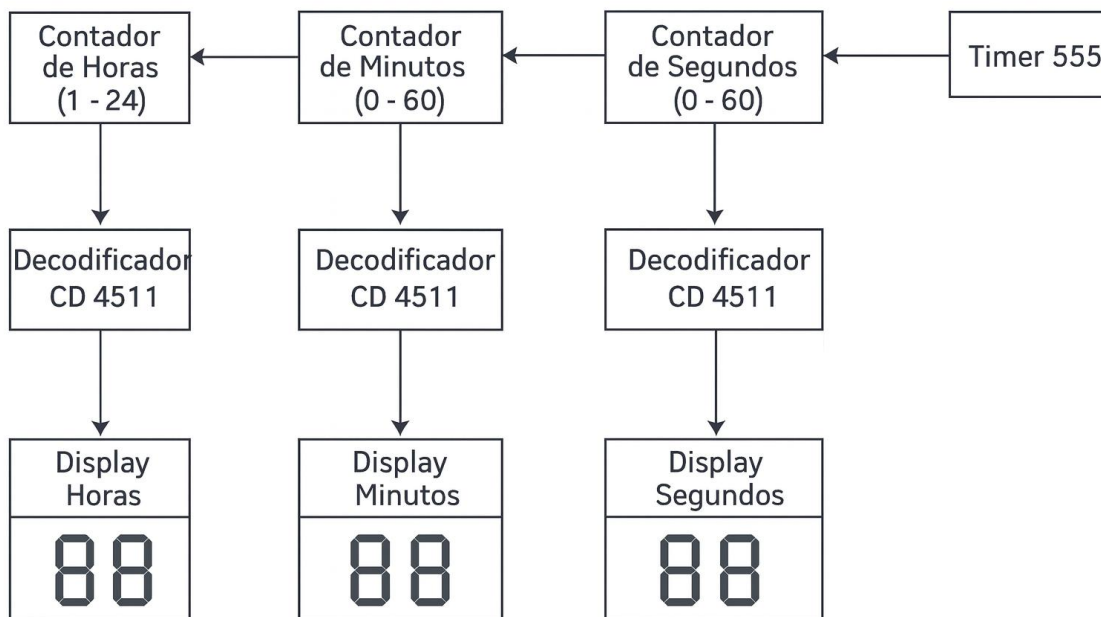
O projeto de um relógio digital, conforme descrito no documento, tem como objetivo desenvolver um sistema baseado em circuitos digitais sequenciais, permitindo que os estudantes apliquem conceitos aprendidos na disciplina de sistemas digitais. O foco é criar um relógio digital, utilizando circuitos sequenciais, que ajude a consolidar conhecimentos práticos na área de eletrônica digital.

### **2.1 Objetivo do Projeto**

O objetivo principal do projeto foi desenvolver um relógio digital funcional utilizando circuitos integrados e elementos de eletrônica digital, proporcionando a compreensão e aplicação prática dos conceitos estudados na disciplina. Pretendeu-se construir um sistema capaz de realizar a contagem precisa de horas, minutos e segundos, empregando circuitos sequenciais, decodificadores e displays de sete segmentos para exibição dos dígitos do tempo. O projeto visou ainda promover o aprimoramento das habilidades de montagem, diagnóstico e depuração de circuitos em protoboard, assim como estimular o trabalho em equipe e a resolução de problemas típicos de sistemas embarcados digitais.

## **3. DIAGRAMA DE BLOCOS FUNCIONAIS**

Segue o diagrama de blocos funcionais do relógio digital, representando graficamente todos os subsistemas principais e o fluxo do sinal entre eles. Este diagrama permite visualizar como o sinal gerado pelo CI 555 passa pelos contadores, decodificadores e chega aos displays de sete segmentos



## 4. DESCRIÇÃO PROJETO

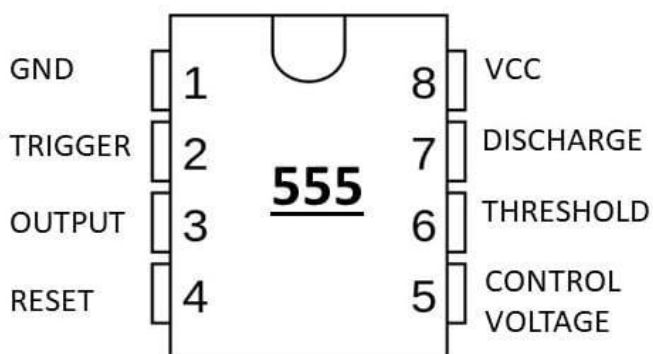
### 4.1 Visão Geral do sistema

O relógio digital foi desenvolvido com o objetivo de aplicar conceitos fundamentais de eletrônica digital, especialmente relacionados a circuitos sequenciais e temporização. O sistema consiste em uma montagem implementada em protoboard, utilizando componentes digitais que permitem a contagem, armazenamento e exibição de horas, minutos e segundos.

### 4.2 Geração do sinal (Clock)

O sinal de base de tempo do relógio é obtido por meio de um CI 555 configurado no modo astável, responsável por gerar pulsos periódicos com frequência ajustada para 1 Hz, ou seja, um pulso por segundo. Esse sinal substitui os estágios de conformação e divisão de frequência normalmente utilizados, fornecendo uma base temporal estável para o funcionamento do circuito.

CI 555:

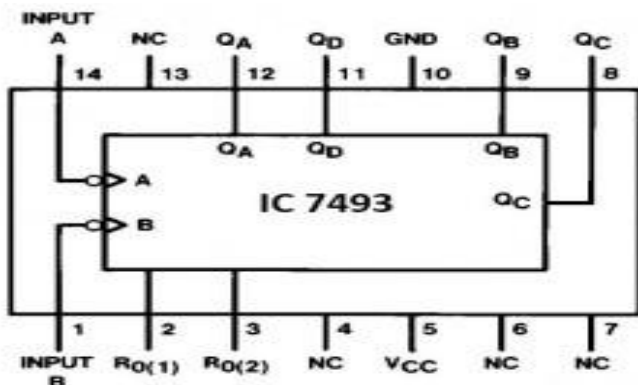


No projeto, foram utilizados dois resistores de  $10\ \Omega$  conectados entre os pinos 7 (Descarga) e 8 (Vcc) do CI, além da inserção de um capacitor de cerâmica no pino 5 (Controle de tensão) com a finalidade de reduzir interferências na temporização. O capacitor eletrolítico de  $45\ \mu\text{F}$  foi ligado entre o pino 6 (Limite de tensão) e o terra (GND), sendo os pinos 2 (Disparo) e 6 interligados por um jumper, conforme prática padrão para a configuração astável. O pino 4 (Reset) foi ligado ao Vcc para garantir operação contínua, e o pino 1 (Terra) ao GND da fonte. Esses elementos estabelecem o ciclo de carga e descarga do capacitor, promovendo a oscilação característica e fornecendo pulsos estáveis, fundamentais para o controle e sincronismo dos demais circuitos digitais do relógio.

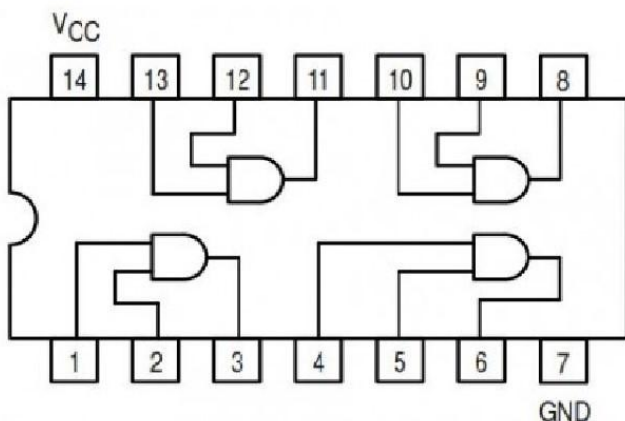
### 4.3 Contagem Sequencial

O sinal de 1 Hz gerado pelo circuito de clock é aplicado a um conjunto de contadores binários, como os CIs SN74LS93N, SN74LS08N, SN74LS32N. O primeiro contador realiza a contagem dos segundos de 0 a 59; ao atingir o valor máximo, ele envia um pulso para o contador de minutos, que inicia o mesmo processo. Da mesma forma, o contador de minutos, ao completar 60 pulsos, gera um sinal para o contador de horas. O contador de horas é configurado para retornar a zero após alcançar 23, completando o ciclo de 24 horas.

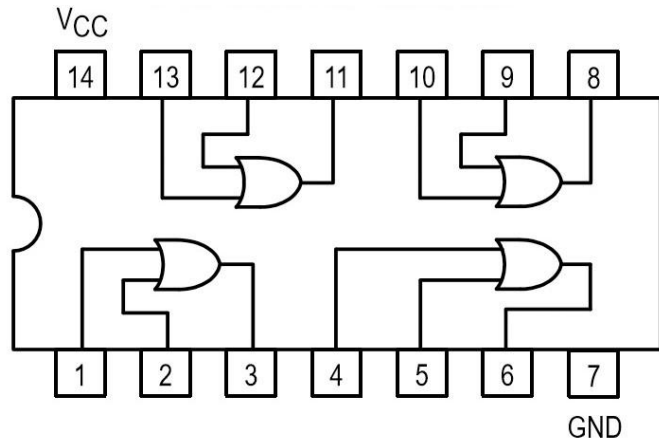
SN74LS93N:



SN74LS08N:



SN74LS32N:



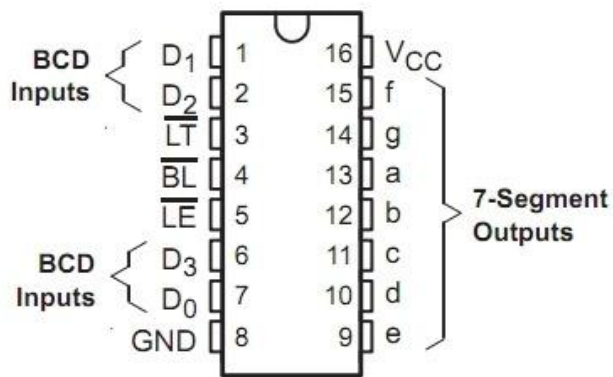
O reset dos contadores de segundos e minutos é realizado através da combinação das portas lógicas SN74LS08N (AND) e SN74LS32N (OR), que recebem como entradas os estados das saídas dos contadores; ao atingir o valor máximo (por exemplo, '59' binário), esses circuitos geram um pulso que é utilizado tanto para reinicializar o contador como para incrementar o contador da unidade seguinte. O pulso de saída (carry out) do contador de segundos, gerado via lógica combinacional, é aplicado à entrada de clock do contador de minutos, repetindo-se o processo na passagem de minutos para horas.

Os SN74LS93N são alimentados pelo V<sub>cc</sub> no pino 14 e conectados ao GND no pino 7, suas entradas de clock são conectadas ao circuito de clock (output do CI 555), enquanto os pinos de saída de cada flip-flop (QA, QB, QC, QD) são direcionados para os CD4511 correspondentes e para o circuito lógico de reset. O SN74LS08N, também alimentado pelo V<sub>cc</sub> e GND, tem como entradas os sinais das saídas dos contadores, e sua saída é ligada ao pino de reset dos contadores. O SN74LS32N pode atuar na junção de múltiplos sinais de controle para sincronizar os resets globais ou ações condicionais no circuito.

#### 4.4 Decodificação e exibição

A etapa de decodificação e exibição dos dados no relógio digital foi realizada utilizando o circuito integrado CD4511, responsável por converter os códigos binários provenientes dos contadores em sinais compatíveis com displays de sete segmentos do tipo cátodo comum. Esse decodificador realiza a tradução automática do valor BCD (código decimal codificado em binário) que chega a suas entradas, acionando as saídas correspondentes para cada segmento do display, de modo que o dígito decimal correto seja exibido visualmente. Assim, cada dígito do relógio, sejam eles segundos, minutos ou horas é representado em um display específico.

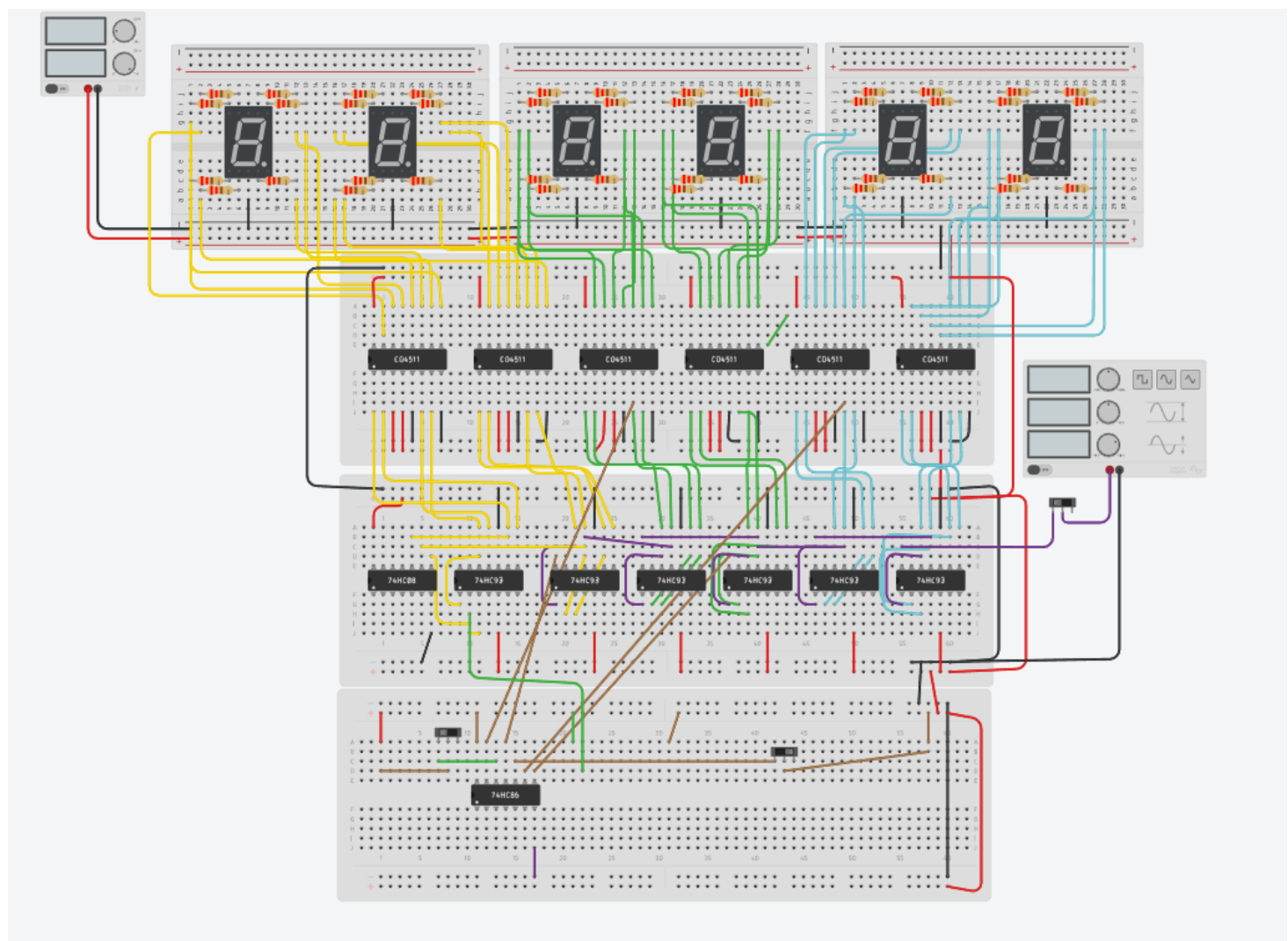
CD4511:



No processo de montagem, os pinos de saída do CD4511 foram devidamente conectados aos segmentos equivalentes dos displays, respeitando a correspondência das letras (A a G) tanto no decodificador quanto nos displays, o que garante a formação correta dos numerais conforme a contagem avança.

## 5. DIAGRAMA ELETRÔNICO

O diagrama eletrônico apresentado a seguir foi desenvolvido a partir do projeto realizado no Tinkercad, utilizando a visualização detalhada dos componentes montados sobre a protoboard. Este diagrama ilustra de forma clara e organizada todas as conexões elétricas entre os circuitos integrados utilizados



## 6. EXPLICAÇÃO DA TEORIA EM CADA BLOCO FUNCIONAL

Apresenta-se a seguir uma explicação técnica sobre o funcionamento de cada bloco funcional do relógio digital, com base na teoria de circuitos integrados lógicos e sequenciais estudada em aula, detalhando o papel dos CIs SN74LS93N, SN74LS08N, SN74LS32N, CD4511 e CI 555.

O CI 555 configurado em modo astável atua como o bloco gerador de clock para todo o circuito. Ele produz um sinal de onda quadrada de frequência ajustada (1 Hz), sendo responsável por determinar o ritmo com que as contagens de segundos, minutos e horas avançam. Este bloco é considerado fundamental em sistemas síncronos

O CI SN74LS93N é utilizado como contador binário de 4 bits, composto por flip-flops interligados de modo a realizar a contagem crescente ou decrescente mediante aplicação de pulsos de clock. No contexto do relógio digital, cada unidade SN74LS93N pode ser configurada para contar até 10 (utilizando lógica adicional para resetar o contador no "9", formando um contador decimal). Esse CI atua no bloco de temporização, convertendo os pulsos do clock nos valores necessários para a contagem de segundos, minutos e horas.

O CI SN74LS08N contém quatro portas AND de duas entradas, fundamentais para realizar operações lógicas, como a geração de sinais de controle. No relógio digital, as portas AND são empregadas para condicionar resets automáticos, por exemplo, quando os contadores atingem seu valor máximo e precisam retornar para zero, enviando simultaneamente um pulso para a etapa seguinte da contagem (minutos ou horas).

O CI SN74LS32N dispõe de quatro portas OR de duas entradas, sendo muito útil na combinação lógica de sinais provenientes de diferentes partes do circuito, especialmente em funções como reset global ou habilitação simultânea de múltiplos circuitos. As portas OR facilitam interligações condicionais conforme critérios definidos pelo funcionamento do relógio.

Por fim, o CD4511 compõe o bloco de decodificação e exibição. Este circuito integrado recebe entradas BCD provenientes dos contadores, converte esses dados em sinais apropriados para cada segmento dos displays de sete segmentos e garante que o valor decimal correspondente seja corretamente exibido ao usuário.

## 7. AMBIENTE DE SIMULAÇÃO

A montagem e validação do projeto foram realizadas em ambiente de simulação utilizando a plataforma Tinkercad, que nos permitiu reproduzir digitalmente a montagem sobre protoboard, possibilitando a disposição dos componentes (CIs, resistores, capacitores, displays e fios) de maneira fiel ao ambiente físico, além de realizar simulações dinâmicas para analisar o funcionamento do sistema em tempo real. Utilizando os recursos da plataforma, foi possível verificar cada etapa do projeto, identificar eventuais falhas de conexão e ajustar a lógica dos circuitos antes da montagem definitiva no laboratório. A simulação também proporcionou a visualização imediata da contagem de horas, minutos e segundos nos displays, confirmando o correto funcionamento do relógio digital.

Hiperlink do TinkerCad: (<https://www.tinkercad.com/things/8whhhuMNjNG-relogio-eletronica-digital>)

## 8. LISTA DE MATERIAIS USADOS

A seguir apresenta-se a lista técnica dos materiais empregados na montagem do relógio digital, considerando os componentes fundamentais para o funcionamento dos blocos lógicos e de exibição, conforme práticas de laboratórios de eletrônica digital:

### Circuitos Integrados (CIs):

- CI 555 – Oscilador/gerador de clock (modo astável)
- SN74LS93N – Contador binário de 4 bits

- SN74LS08N – Porta lógica AND quadrupla
- SN74LS32N – Porta lógica OR quadrupla
- CD4511 – Decodificador BCD para display de 7 segmentos

#### **Displays:**

- 6 unidades de displays de 7 segmentos (catodo comum) para a exibição de horas, minutos e segundos

#### **Resistores:**

- Resistores de 10K $\Omega$  para configuração do CI 555
- Resistores de 360 $\Omega$  para limitar corrente nos segmentos dos displays

#### **Capacitores:**

- Capacitor cerâmico para filtragem (pino 5 do CI 555)
- Capacitor eletrolítico de 45  $\mu$ F para temporização (conectado ao CI 555)

#### **Componentes de conexão e montagem:**

- Protoboard para montagem experimental
- Jumpers para interligação dos circuitos
- Fonte de alimentação de 5 V
- Fios de ligação, solda

#### **Instrumentação auxiliar para testes:**

- Multímetro para testes de continuidade e tensão
- Osciloscópio para análise de forma de onda do clock

Esta seleção de materiais visa atender aos requisitos de funcionamento, estabilidade e clareza na exibição dos dados do relógio digital, conforme os padrões laboratoriais e recomendações técnicas da disciplina.

## **9. ANEXO DOS COMPONENTES**

Para cumprir rigorosamente as diretrizes acadêmicas, cada componente utilizado no projeto é apresentado a seguir com suas principais informações técnicas, extraídas e resumidas a partir do site alldatasheet, trazendo dados fundamentais do datasheet, além de suas características funcionais e faixas operacionais.

O CI SN74LS93N, fabricado pela Texas Instruments, é um contador binário de 4 bits, implementado em encapsulamento DIP de 14 pinos. Ele opera em tensões típicas de 5 V e pode ser configurado como contador de década (0–9), divisor por doze ou contador binário simples, conforme suas conexões internas. Pode operar em frequências superiores a 30 MHz e sua corrente máxima de saída está na faixa de  $\pm 8$  mA. Na prática, é utilizado para realizar a contagem sequencial dos ciclos de clock, funcionando como base para segundos, minutos ou horas em sistemas digitais. O datasheet completo, contendo a pinagem, limites máximos absolutos, tabelas de função lógica e exemplos de aplicação, encontra-se disponível no site alldatasheet (<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/12621/ONSEMI/SN74LS93N.html>)

O CI SN74LS08N consiste em um conjunto de quatro portas lógicas AND de duas entradas, encapsuladas em DIP-14. Sua tensão de operação também é tipicamente 5 V; as portas possuem baixo consumo e tempos de propagação rápidos. No contexto do relógio, é usado para controle lógico de resets, permitindo a definição de condições específicas para reinicialização dos contadores. O datasheet apresenta a organização interna dos pinos, tabela de verdade e diagramas funcionais, disponíveis em (<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/12617/ONSEMI/SN74LS08N.html>)

O SN74LS32N reúne quatro portas OR de duas entradas, igualmente em encapsulamento DIP-14, funcionalmente empregado na junção de diferentes linhas de controle que permitem habilitações ou resets combinados. Opera na mesma faixa de tensões dos outros CIs TTL da série LS. A tabela verdade, o pinout e a descrição detalhada podem ser consultados no datasheet, disponível em (<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/12650/ONSEMI/SN74LS32N.html>)

O CD4511, um decodificador BCD para display de sete segmentos, encontra-se em encapsulamento DIP-16. É capaz de aceitar entradas com níveis lógicos compatíveis com CMOS, em tensões de 3 a 15 V, sendo projetado especialmente para operar displays do tipo cátodo comum. Cada saída do CI corresponde a um segmento do display, e o datasheet disponibiliza a pinagem, circuitos de aplicação e características elétricas detalhadas (<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/26905/TI/CD4511.html>)

O CI 555 utilizado na função de clock emprega encapsulamento DIP-8, tensão de alimentação variando de 4,5 a 16 V, correntes típicas de saída de até 200 mA, operações em diferentes modos (monoestável, astável e biestável). No projeto, foi usado no modo astável, permitindo a geração de um sinal de onda quadrada de 1 Hz. O datasheet completo, contendo a pinagem, características elétricas e curvas típicas de funcionamento, pode ser acessado em (<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/17972/PHILIPS/NE555.html>)