UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Ingeniería en Sistemas con especialización en IA y Ciberseguridad

Reloj, contadores, compuertas y un Arduino Nano con LCD y puerto serie (unidades 3 a 8)

Práctica final: un contador de 00 a 19 que se lee en una pantalla

Electrónica Digital • FE731 • Sesión 4 de 4

Ing. Mynor A. Cifuentes

Universidad Rural de Guatemala • Laboratorio presencial • 8 de octubre de 2026

Agenda de la tarde

Última clase: un solo circuito, armado por etapas

APERTURA

10 min	Repaso y el reto de hoy
15 min	Arduino Nano, puerto serie e I2C

Hoy se trabaja la Práctica 4 del manual: integra las unidades del curso. Los integrados cuentan; el Arduino lee, muestra y transmite.

CIERRE

25 min	Evaluación en Socrative
25 min	Desarmado y cierre del curso

PRÁCTICA 4

15 min	**Etapa 1.** El reloj (555)
35 min	**Etapa 2.** Unidades (74LS90)
15 min	Receso
30 min	**Etapa 3.** Decenas y BORRAR
45 min	**Etapa 4.** Arduino Nano, LCD y serie
25 min	Retos

NOTA

Cada etapa termina en un **punto de control**: el instructor revisa que funcione y usted sigue.

01 PARTE

ELECTRÓNICA DIGITAL

Repaso y el reto

¿Lo recuerdan?

Responda en voz alta antes de ver la respuesta

No.	Pregunta	Respuesta
1	¿Cuántas salidas activa a la vez el **74LS138**?	
2	¿Qué elige la dirección CBA del **74LS151**?	
3	¿Hasta qué número cuenta el **74LS193**?	
4	¿Qué es la U en ASCII?	
5	¿Por qué con 100 nF se veía la letra completa?	

LO QUE SIGUE

Ayer un byte viajó bit por bit por un cable.

Hoy un **microcontrolador** lee un contador de integrados y envía cada número a la computadora por un cable USB: el mismo principio, en serie.

¿Lo recuerdan?

Responda en voz alta antes de ver la respuesta

No.	Pregunta	Respuesta
1	¿Cuántas salidas activa a la vez el **74LS138**?	Una sola, en bajo
2	¿Qué elige la dirección CBA del **74LS151**?	
3	¿Hasta qué número cuenta el **74LS193**?	
4	¿Qué es la U en ASCII?	
5	¿Por qué con 100 nF se veía la letra completa?	

LO QUE SIGUE

Ayer un byte viajó bit por bit por un cable.

Hoy un **microcontrolador** lee un contador de integrados y envía cada número a la computadora por un cable USB: el mismo principio, en serie.

¿Lo recuerdan?

Responda en voz alta antes de ver la respuesta

No.	Pregunta	Respuesta
1	¿Cuántas salidas activa a la vez el **74LS138**?	Una sola, en bajo
2	¿Qué elige la dirección CBA del **74LS151**?	Cuál de los 8 bits sale por Y
3	¿Hasta qué número cuenta el **74LS193**?	
4	¿Qué es la U en ASCII?	
5	¿Por qué con 100 nF se veía la letra completa?	

LO QUE SIGUE

Ayer un byte viajó bit por bit por un cable.

Hoy un **microcontrolador** lee un contador de integrados y envía cada número a la computadora por un cable USB: el mismo principio, en serie.

¿Lo recuerdan?

Responda en voz alta antes de ver la respuesta

No.	Pregunta	Respuesta
1	¿Cuántas salidas activa a la vez el **74LS138**?	Una sola, en bajo
2	¿Qué elige la dirección CBA del **74LS151**?	Cuál de los 8 bits sale por Y
3	¿Hasta qué número cuenta el **74LS193**?	Hasta 15 (1111)
4	¿Qué es la U en ASCII?	
5	¿Por qué con 100 nF se veía la letra completa?	

LO QUE SIGUE

Ayer un byte viajó bit por bit por un cable.

Hoy un **microcontrolador** lee un contador de integrados y envía cada número a la computadora por un cable USB: el mismo principio, en serie.

¿Lo recuerdan?

Responda en voz alta antes de ver la respuesta

No.	Pregunta	Respuesta
1	¿Cuántas salidas activa a la vez el **74LS138**?	Una sola, en bajo
2	¿Qué elige la dirección CBA del **74LS151**?	Cuál de los 8 bits sale por Y
3	¿Hasta qué número cuenta el **74LS193**?	Hasta 15 (1111)
4	¿Qué es la U en ASCII?	$0101\ \ 0101$ (55 hex)
5	¿Por qué con 100 nF se veía la letra completa?	

LO QUE SIGUE

Ayer un byte viajó bit por bit por un cable.

Hoy un **microcontrolador** lee un contador de integrados y envía cada número a la computadora por un cable USB: el mismo principio, en serie.

¿Lo recuerdan?

Responda en voz alta antes de ver la respuesta

No.	Pregunta	Respuesta
1	¿Cuántas salidas activa a la vez el **74LS138**?	Una sola, en bajo
2	¿Qué elige la dirección CBA del **74LS151**?	Cuál de los 8 bits sale por Y
3	¿Hasta qué número cuenta el **74LS193**?	Hasta 15 (1111)
4	¿Qué es la U en ASCII?	$0101\ \ 0101$ (55 hex)
5	¿Por qué con 100 nF se veía la letra completa?	Los turnos eran más rápidos que el ojo

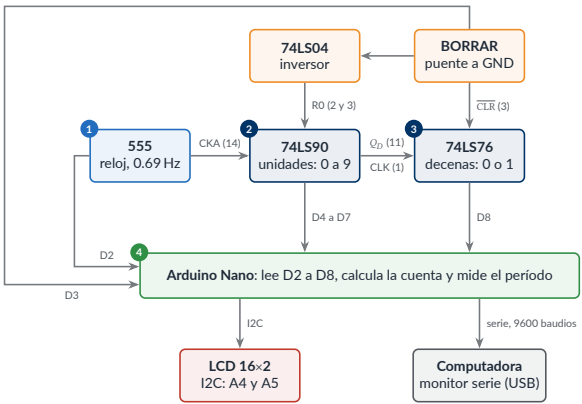
LO QUE SIGUE

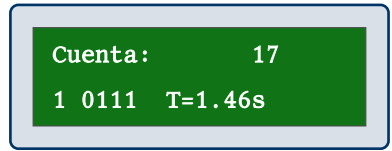
Ayer un byte viajó bit por bit por un cable.

Hoy un **microcontrolador** lee un contador de integrados y envía cada número a la computadora por un cable USB: el mismo principio, en serie.

El reto: un contador de 00 a 19

Cada pulso del reloj suma uno; los integrados cuentan y el Arduino lo muestra





Dec.	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
10	8	4	2	1
1	0	1	1	1

$10 + 4 + 2 + 1 = 17$. Las unidades van en **BCD**: cuatro bits que solo llegan a 9.

02 PARTE

ELECTRÓNICA DIGITAL

El Arduino Nano

El Arduino Nano

Un microcontrolador ATmega328P en una placa que cabe en el protoboard



Terminales	Para qué sirven hoy
D2 a D8	**Entradas digitales**: leen 0 o 1 de los integrados
A4 (SDA), A5 (SCL)	Bus I2C hacia la LCD
D0 (RX), D1 (TX)	Puerto serie; viaja por el USB. **No los use**
5V y GND	Alimentan la LCD; GND también al protoboard
D13	LED **L** de la placa (reto)
VIN	7 a 12 V de una fuente externa; hoy no se usa

> Trabaja con 5 V, como los TTL: un 1 de un integrado es un 1 para el Arduino. Hoy se alimenta por el **USB** de la computadora, el mismo cable que lleva el programa y los datos serie.

Cómo piensa un programa de Arduino

`setup()` corre una vez; `loop()` se repite sin parar

```
const int QA = 4;       // bit que vale 1

void setup() {
  pinMode(QA, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(9600);  // puerto serie
}

void loop() {
  int bit = digitalRead(QA); // 0 o 1
  Serial.println(bit);
  delay(500);
}
```

</> LAS CUATRO INSTRUCCIONES DE HOY

- `pinMode`: dice si un terminal es entrada o salida.
- `digitalRead`: lee un 0 o un 1.
- `Serial.print`: envía texto a la computadora.
- `lcd.print`: escribe en la pantalla.

NOTA

Como el ciclo `Mientras` de Algoritmos: `loop()` nunca termina. En cada vuelta mira los integrados y, si la cuenta cambió, la muestra.

Dos formas de enviar datos en serie

Las mismas ideas de ayer: los bits viajan uno tras otro

UART: ARDUINO → COMPUTADORA



Un solo cable por sentido. No hay reloj compartido: los dos lados acuerdan la **velocidad** (9600 bits por segundo) y un **bit de inicio** marca dónde empieza cada letra.

NOTA

En el Nano, el chip `CH340` convierte ese serie en USB. En la computadora se ve con el **Monitor serie** del Arduino IDE.

I2C: ARDUINO → LCD

Dos cables: `SDA` lleva los datos y `SCL` el reloj. Cada aparato del bus tiene una **dirección**: la LCD suele ser `0x27` (a veces `0x3F`).

El módulo `PCF8574` pegado a la LCD recibe los bits en serie y los entrega en paralelo a la pantalla, como el **74LS138** de ayer.

> Ayer: dirección compartida por 3 cables + 1 cable de dato. Hoy, el I2C manda la dirección **por el mismo cable**, antes del dato.

Materiales y alimentación

Dos fuentes de 5 V y una sola tierra

MATERIALES Y EQUIPO

- Protoboard, **MO-MB102** en 5 V, multímetro y cables tipo jumper.
- **555**, **74LS90**, **74LS76**, **74LS04** (reto: **74LS08**).
- Resistencias: 1 kΩ (7), 10 kΩ y 330 Ω (2).
- Capacitores: 100 µF, 10 µF y 10 nF. 7 LEDs.
- **Arduino Nano** con cable USB y **LCD 16x2** con módulo I2C.
- Osciloscopio (opcional, compartido).

ALIMENTACIÓN

Los integrados se alimentan con el **MO-MB102**. El Nano, por el USB, y él alimenta la LCD. Un cable une el GND del Nano con el riel GND del protoboard.

NORMAS

- El 5V del Nano **no** va a los rieles: dos fuentes de 5 V unidas pelean entre sí.
- La salida de 12 V nunca va a un integrado TTL.
- **74LS90** y **74LS76**: VCC en el **5**. Revise la tabla antes de energizar.
- Electrolítico: franja hacia GND.

03 PARTE

ELECTRÓNICA DIGITAL

Práctica 4: contador de 00 a 19

Objetivos

OBJETIVOS

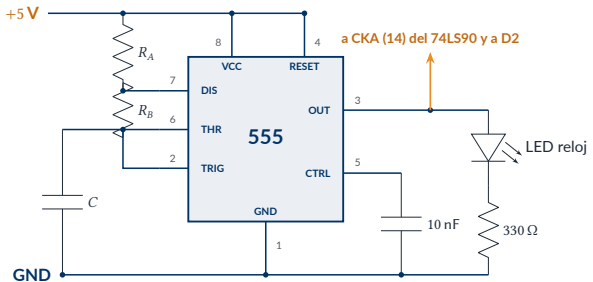
- Construir un contador de 00 a 19 con el **555**, el contador de décadas **74LS90** y el JK **74LS76**.
- Usar el inversor **74LS04** para adaptar una señal activa en bajo a una activa en alto.
- Leer la cuenta con el Arduino Nano y mostrarla en la LCD.
- Enviar la cuenta y el período del reloj por el puerto serie.

LO QUE SE INTEGRA

- **Práctica 1:** compuertas (**74LS04**; reto con **74LS08**).
- **Práctica 2:** reloj **555**, flip-flop JK y línea BORRAR.
- **Práctica 3:** contar en binario y transmitir en serie.
- **Hoy:** contador BCD y microcontrolador.

Etapa 1. El reloj

15 min El mismo 555 de las prácticas 2 y 3, con $C = 100\,\mu\text{F}$



C	Frecuencia	Un paso cada
100 µF (hoy)	0.69 Hz	1.46 s
10 µF (reto)	6.9 Hz	0.146 s

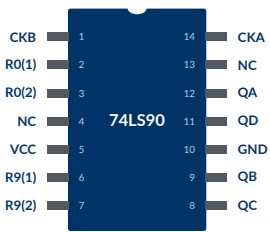
1. Coloque el **555** en el **extremo derecho** del protoboard: el centro queda para los contadores.
2. $R_A = 1\,\text{k}\Omega$, $R_B = 10\,\text{k}\Omega$ y $C = \mathbf{100}\,\mu\text{F}$. Revise la franja de C.
3. **RESET** (4) y **VCC** (8) a +5 V; **GND** (1) a tierra; 10 nF en **CTRL** (5).
4. LED del reloj con 330 Ω en **OUT** (3).
5. Energice con el **MO-MB102**.

RECOMENDACIÓN

Punto de control 1: el LED del reloj destella una vez cada segundo y medio.

El contador de décadas 74LS90

Cuenta de 0 a 9 en BCD y vuelve a 0



Terminales	Nombre	Conexión de hoy
5 y 10	**VCC, GND**	**+5 V y tierra (¡no 14 y 7!)**
14	CKA	Reloj: 3 del 555 (cuenta en la **bajada**)
1	CKB	Unido a Q_A (12): así cuenta de 0 a 9
2 y 3	R0(1), R0(2)	Borran con 1: salida 2 del 74LS04
6 y 7	R9(1), R9(2)	Ponen 1001 con 1: a GND
12, 9, 8, 11	Q_A a Q_D	La cuenta: pesos 1, 2, 4 y 8

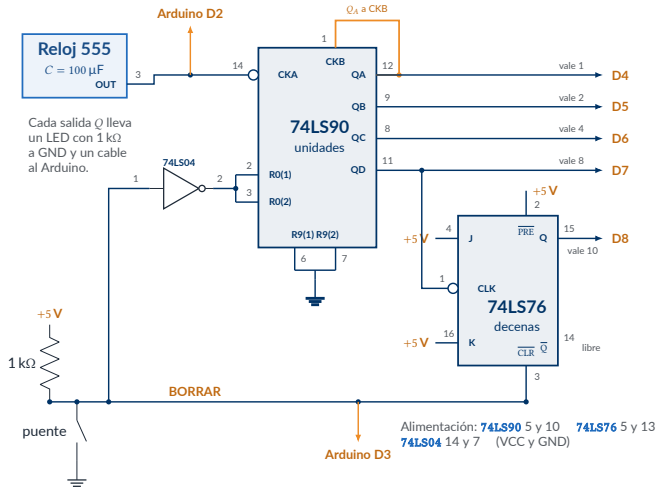
BCD (decimal codificado en binario): cuatro bits que van de 0000 a 1001 (9). Después de 1001 sigue 0000, no 1010.

RIESGO ELÉCTRICO

Tiene 14 terminales, pero VCC va en el **5** y GND en el **10**.

El circuito TTL completo

Etapas 2 y 3: unidades, decenas y la línea BORRAR



Etapa 2. Las unidades

35 min Arme solo el 74LS90 y sus cuatro LEDs

1. Desenergice. Inserte el **74LS90**: VCC en **5**, GND en **10**.
2. 3 del 555 al 14 (CKA).
3. Una el 12 (Q_A) con el 1 (CKB).
4. 6 y 7 (R9) a GND.
5. Por ahora, 2 y 3 (R0) a GND.
6. Cuatro LEDs con 1 kΩ a GND en Q_D (11), Q_C (8), Q_B (9) y Q_A (12), en ese orden de izquierda a derecha.

NOTA

Hoy los LEDs de las salidas llevan **1 kΩ** y no 330 Ω: brillan menos, pero cargan menos la salida y el Arduino lee mejor el 1.

ADVERTENCIA

Si R0 o R9 quedan al aire, el TTL las toma como 1 y el contador se queda en 0000 o en 1001.

RECOMENDACIÓN

Punto de control 2: los cuatro LEDs cuentan 0000, 0001, …, 1001 y vuelven a 0000.

Etapa 2. ¿Qué debe observar?

Lea los LEDs como un número de 4 bits $Q_D Q_C Q_B Q_A$

Pulsos	$Q_D Q_C Q_B Q_A$	Pulsos	$Q_D Q_C Q_B Q_A$
0	0000	5	
1	0001	6	
2	0010	7	
3	0011	8	
4	0100	9	
		10	

? OBSERVE

¿La cuenta cambia cuando el LED del reloj se enciende o cuando se apaga?

Etapa 2. ¿Qué debe observar?

Lea los LEDs como un número de 4 bits $Q_DQ_CQ_BQ_A$

Pulsos	$Q_DQ_CQ_BQ_A$	Pulsos	$Q_DQ_CQ_BQ_A$
0	0000	5	0101
1	0001	6	0110
2	0010	7	0111
3	0011	8	1000
4	0100	9	1001
		10	

? OBSERVE

¿La cuenta cambia cuando el LED del reloj se enciende o cuando se apaga?

Etapa 2. ¿Qué debe observar?

Lea los LEDs como un número de 4 bits $Q_D Q_C Q_B Q_A$

Pulsos	$Q_D Q_C Q_B Q_A$	Pulsos	$Q_D Q_C Q_B Q_A$
0	0000	5	0101
1	0001	6	0110
2	0010	7	0111
3	0011	8	1000
4	0100	9	1001
		10	**0000**

Del 9 pasa al 0: es un contador **de décadas**. Una vuelta completa son 10 pulsos: $10 \times 1.46 \approx 15$ s.

? OBSERVE

¿La cuenta cambia cuando el LED del reloj se enciende o cuando se apaga?

Etapa 2. ¿Qué debe observar?

Lea los LEDs como un número de 4 bits $Q_D Q_C Q_B Q_A$

Pulsos	$Q_D Q_C Q_B Q_A$	Pulsos	$Q_D Q_C Q_B Q_A$
0	0000	5	0101
1	0001	6	0110
2	0010	7	0111
3	0011	8	1000
4	0100	9	1001
		10	**0000**

Del 9 pasa al 0: es un contador **de décadas**. Una vuelta completa son 10 pulsos: $10 \times 1.46 \approx 15$ s.

? OBSERVE

¿La cuenta cambia cuando el LED del reloj se enciende o cuando se apaga?

Cuando se apaga: CKA actúa en la bajada, como el **74LS76** de la Práctica 2. El **74LS193** de ayer contaba en la subida.

Etapa 3. Decenas y la línea BORRAR

30 min — Se agregan el 74LS76 y el 74LS04

74LS76	Va a
5 y 13	+5 V y GND
1 (CLK)	Q_D (11) del 74LS90
4, 16, 2 (J, K, $\overline{\text{PRE}}$)	+5 V
3 ($\overline{\text{CLR}}$)	Línea BORRAR
15 (Q)	LED de decenas con 1 kΩ

74LS04	Va a
14 y 7	+5 V y GND
1 (entrada)	Línea BORRAR
2 (salida)	2 y 3 (R0) del 74LS90
3, 5, 9, 11, 13	GND (entradas sin uso)

LÍNEA BORRAR (COMO EN LA PRÁCTICA 2)

Una fila con 1 kΩ a +5 V. Un puente a GND borra; sin él, cuenta.

- El 74LS76 borra con 0: va directo.
- El 74LS90 borra con 1: el 74LS04 invierte la señal.

RECOMENDACIÓN

Antes: retire los cables que pusieron R0 (2 y 3) a GND. **Punto de control 3:** la cuenta llega a 19 y vuelve a 00; el puente borra los cinco LEDs.

Etapa 3. ¿Qué debe observar?

El LED de decenas cambia cuando Q_D se apaga, del 9 al 10 y del 19 al 0

Pulsos	Decenas	$Q_D Q_C Q_B Q_A$
9	0	1001
10		
15		
19		
20		

? PIÉNSELO

¿Por qué no se usa Q_A como reloj de las decenas?

MIDA

Con el puente BORRAR puesto: línea en 0 V, salida 2 del **74LS04** en más de 2.7 V. Sin el puente, al revés.

Etapa 3. ¿Qué debe observar?

El LED de decenas cambia cuando Q_D se apaga, del 9 al 10 y del 19 al 0

Pulsos	Decenas	$Q_D Q_C Q_B Q_A$
9	0	1001
10	1	0000
15	1	0101
19	1	1001
20		

? PIÉNSELO

¿Por qué no se usa Q_A como reloj de las decenas?

MIDA

Con el puente BORRAR puesto: línea en 0 V, salida 2 del **74LS04** en más de 2.7 V. Sin el puente, al revés.

Etapa 3. ¿Qué debe observar?

El LED de decenas cambia cuando Q_D se apaga, del 9 al 10 y del 19 al 0

Pulsos	Decenas	$Q_DQ_CQ_BQ_A$
9	0	1001
10	1	0000
15	1	0101
19	1	1001
20	0	0000

El JK con $J = K = 1$ se invierte en cada **bajada** de Q_D: una vez cada 10 pulsos. Por eso cuenta de 00 a 19. Vuelta completa: $20 \times 1.46 \approx 29$ s.

? PIÉNSELO

¿Por qué no se usa Q_A como reloj de las decenas?

MIDA

Con el puente BORRAR puesto: línea en 0 V, salida 2 del **74LS04** en más de 2.7 V. Sin el puente, al revés.

Etapa 3. ¿Qué debe observar?

El LED de decenas cambia cuando Q_D se apaga, del 9 al 10 y del 19 al 0

Pulsos	Decenas	$Q_D Q_C Q_B Q_A$
9	0	1001
10	1	0000
15	1	0101
19	1	1001
20	0	0000

El JK con $J = K = 1$ se invierte en cada **bajada** de Q_D: una vez cada 10 pulsos. Por eso cuenta de 00 a 19. Vuelta completa: $20 \times 1.46 \approx 29$ s.

? PIÉNSELO

¿Por qué no se usa Q_A como reloj de las decenas?

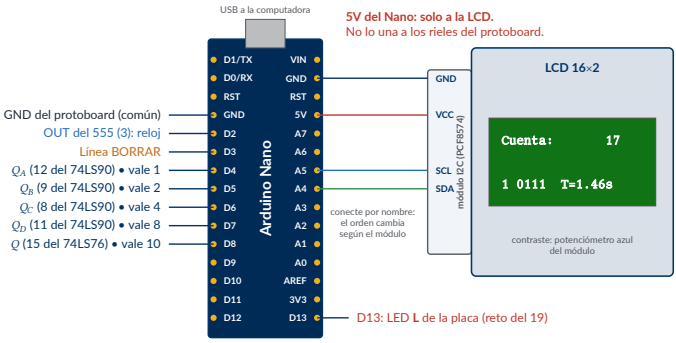
Q_A baja cada 2 pulsos. Q_D baja solo una vez por década: al pasar de 9 (1001) a 0 (0000).

MIDA

Con el puente BORRAR puesto: línea en 0 V, salida 2 del **74LS04** en más de 2.7 V. Sin el puente, al revés.

Etapa 4. El Arduino Nano y la LCD

45 min El Nano solo **lee**: el contador sigue funcionando sin él



1. Con todo desenergizado, coloque el Nano a la izquierda del protoboard, a caballo sobre la ranura central.
2. `GND` del Nano al riel **GND**. El `5V` del Nano **no** va a los rieles.
3. Siete cables: 555 a `D2`, BORRAR a `D3`, Q_A a Q_D a `D4` a `D7`, decenas a `D8`.
4. LCD: **GND** y **VCC** al `GND` y `5V` del Nano; **SDA** a `A4`; **SCL** a `A5`.
5. Encienda el **MO-MB102** y conecte el USB.

Etapa 4. Cargar el programa

`S04_Contador_00_19.ino`, en la carpeta Arduino del curso

ARDUINO IDE

1. Abra `S04_Contador_00_19.ino`.
2. Si falta, instale la biblioteca `LiquidCrystal I2C` (Frank de Brabander).
3. Herramientas: placa `Arduino Nano`, procesador `ATmega328P (Old Bootloader)` y su puerto.
4. Pulse **Subir**.
5. Abra el **Monitor serie** a **9600** baudios.

ADVERTENCIA

¿Falla al subir? Pruebe el procesador `ATmega328P` sin “Old Bootloader”. ¿No aparece el puerto? Instale el driver `CH340` o use otro cable USB: algunos solo cargan.

NOTA

Sin letras en la LCD: gire el potenciómetro azul del módulo. Solo cuadros: cambie `0x27` por `0x3F` en el programa y súbalo otra vez.

RECOMENDACIÓN

Punto de control 4: la LCD, el monitor serie y los LEDs muestran el mismo número.

Etapa 4. Qué hace el programa

El Arduino no cuenta: lee los integrados y arma el número

```
int leerUnidades() {
  return digitalRead(QA) * 1
       + digitalRead(QB) * 2
       + digitalRead(QC) * 4
       + digitalRead(QD) * 8;
}
void loop() {
  int u = leerUnidades();
  int d = digitalRead(DECENAS);
  if (u != unidades || d != decenas) {
    delay(5);          // espera el cambio
    unidades = leerUnidades();
    decenas = digitalRead(DECENAS);
    mostrar();         // LCD y serie
  }
}
```

LA CUENTA

`cuenta = decenas * 10 + unidades`

Es la misma suma de pesos de la Práctica 3: Q_A vale 1, Q_B 2, Q_C 4, Q_D 8 y las decenas 10.

EL PERÍODO

Cada vez que `D2` pasa de 0 a 1, el programa anota la hora con `millis()`. La diferencia entre dos subidas es T del 555.

Etapa 4. Lo que debe verse

Anote en el manual lo que muestran la LCD y el monitor serie




```
Cuenta: 18   bits: 1 1000   T = 1.46 s
Cuenta: 19   bits: 1 1001   T = 1.46 s
Cuenta: 00   bits: 0 0000   T = 1.47 s
BORRAR
```

Dato	Valor
T calculado	1.46 s
T que mide el Arduino	
Vuelta completa (00 a 00)	
Con BORRAR puesto	

Etapa 4. Lo que debe verse

Anote en el manual lo que muestran la LCD y el monitor serie



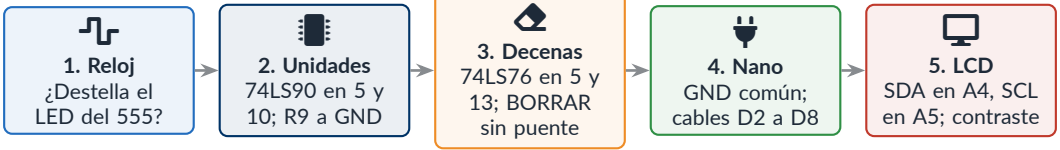

```
Cuenta: 18   bits: 1 1000   T = 1.46 s
Cuenta: 19   bits: 1 1001   T = 1.46 s
Cuenta: 00   bits: 0 0000   T = 1.47 s
BORRAR
```

Dato	Valor
T calculado	1.46 s
T que mide el Arduino	Entre 1.3 y 1.6 s
Vuelta completa (00 a 00)	$20 \times T \approx 29$ s
Con BORRAR puesto	LCD: BORRAR; LEDs apagados

> La diferencia entre el T calculado y el medido viene de la tolerancia del capacitor electrolítico (hasta 20 %).

Si algo no funciona

Revise por etapas, en el orden en que armó



Síntoma	Revise
Siempre en 0000	BORRAR con el puente puesto; salida 2 del **74LS04**; R0 al aire
Siempre en 1001	R9 (6 y 7) al aire: deben ir a GND
Cuenta 0, 1, 0, 1	Falta el cable de Q_A (12) a CKB (1)
Las decenas no cambian	CLK (1) del **74LS76** en Q_D (11); J, K y $\overline{\text{PRE}}$ a $+5$ V
LEDs bien, LCD con otro número	Cables D4 a D8 cruzados o sin GND común
El monitor serie muestra símbolos raros	Velocidad distinta de 9600 baudios

Retos

25 min Elija uno o varios

RETO 1: DETECTOR DE 19 CON COMPUERTAS

El 19 es decenas $= 1$, $Q_D = 1$ y $Q_A = 1$. Con el **74LS08** (14 y 7):

- $1 \leftarrow Q_D$ (11), $2 \leftarrow Q_A$ (12); la salida 3 va al 4.
- $5 \leftarrow$ decenas (15 del **74LS76**); la salida 6 a un LED con $330\,\Omega$.

Compare con el LED **L** de la placa (D13), que el programa enciende en el 19: el mismo detector, en hardware y en software.

RETO 2: RELOJ RÁPIDO

Cambie C por $10\,\mu F$. ¿Qué período mide el Arduino? ¿Cuánto tarda una vuelta?

RETO 3: OSCILOSCOPIO

CH1 en el 3 del 555, CH2 en Q_D (11), con $10\,\mu F$ y 0.5 s/div. ¿Cuántos ciclos del reloj caben en uno de Q_D?

RETO 4: EN EL PROGRAMA

Cuente las **vueltas**: cada vez que la cuenta pase de 19 a 00, sume una y envíela por el puerto serie.

Retos

25 min — Elija uno o varios

RETO 1: DETECTOR DE 19 CON COMPUERTAS

El 19 es decenas $= 1$, $Q_D = 1$ y $Q_A = 1$. Con el **74LS08** (14 y 7):

- $1 \leftarrow Q_D$ (11), $2 \leftarrow Q_A$ (12); la salida 3 va al 4.
- $5 \leftarrow$ decenas (15 del **74LS76**); la salida 6 a un LED con $330\,\Omega$.

Compare con el LED **L** de la placa (D13), que el programa enciende en el 19: el mismo detector, en hardware y en software.

RETO 2: RELOJ RÁPIDO

Cambie C por $10\,\mu F$. ¿Qué período mide el Arduino? ¿Cuánto tarda una vuelta? $\approx 0.15\,$**s y unos 3 s.**

RETO 3: OSCILOSCOPIO

CH1 en el 3 del 555, CH2 en Q_D (11), con $10\,\mu F$ y 0.5 s/div. ¿Cuántos ciclos del reloj caben en uno de Q_D? **Diez.**

RETO 4: EN EL PROGRAMA

Cuente las **vueltas**: cada vez que la cuenta pase de 19 a 00, sume una y envíela por el puerto serie.

Lista de verificación

Lo que el instructor revisa en su estación

SU CIRCUITO

- El LED del reloj destella cada 1.5 s, más o menos.
- Los LEDs de unidades cuentan de 0000 a 1001 en BCD.
- El LED de decenas completa la cuenta de 00 a 19.
- El puente BORRAR regresa todo a 00.
- La LCD y el monitor serie muestran la cuenta y el período.
- Tablas del manual completas.

EXPLÍQUELO

Señale el 555, el **74LS90**, el **74LS76**, el **74LS04**, el Nano y la LCD, y diga en una frase qué hace cada uno. Si puede explicarlo, lo entendió.

RECOMENDACIÓN

Tome una **foto** de su circuito funcionando y un video corto de la cuenta: es evidencia para su portafolio.

Evaluación en Socrative

25 min Individual • 40 puntos

EVALUACIÓN EN LÍNEA (SOCRATIVE)

1. Desconecte el USB y apague el MO-MB102.
2. Abra `socrative.com` e ingrese como **Estudiante**.
3. Escriba el nombre de la sala.
4. Ingrese su **nombre completo**, tal como aparece en la lista.

NOMBRE DE LA SALA

_____



NOTA

Es la evaluación de cierre: las preguntas recorren las cuatro prácticas y el contador que usted acaba de armar.

04 PARTE
ELECTRÓNICA DIGITAL

Cierre del curso

Lo que aprendieron en cuatro sesiones

De medir 5 voltios a un sistema que cuenta, muestra y transmite



Una computadora está hecha de estas mismas piezas: compuertas, relojes, memorias, contadores y buses serie. Hoy las vio trabajar juntas.

EN VOZ ALTA

¿Qué le costó más entender? ¿Qué sintió cuando la cuenta apareció en la pantalla?

¿Qué sigue?

Del circuito cableado al circuito programable

MICROCONTROLADORES

Hoy el Arduino leyó y mostró lo que contaban los integrados. Con un programa también podría contar él solo: cambiar lo que hace un circuito sin mover cables.

EN LA CARRERA

- El contador, el reloj y el bus reaparecen en arquitectura de computadoras.
- En **ciberseguridad** e **IA** el hardware también importa: UART, I2C, sensores e IoT.

CONSEJOS FINALES

- Mida antes de suponer: el instrumento no miente.
- Arme y pruebe por etapas.
- Documente con fotos, tablas y un `README` en GitHub.

RECOMENDACIÓN

Antes de salir: desarme el circuito, devuelva los componentes como los recibió y deje la estación ordenada para el próximo grupo.

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

¡Gracias!

Fue un gusto acompañarlos en estas cuatro sesiones de laboratorio.
¡Mucho éxito en la carrera!

github.com/MynorCifuentes