



## Fundamentos de Microprocesadores y Microcontroladores

Mtro. Mario Alberto Peredo Durán

### Repentina

727272 - Cordero Hernández Marco Ricardo

727576 - Guzmán Claustro Edgar

727366 - Rodríguez Castro Carlos Eduardo

Jal., 3 de julio de 2022

## **Descripción y desarrollo teórico: Desarrollo de un reloj con alarma.**

El objetivo de esta repentina fue el de desarrollar desde cero un reloj con alarma, utilizando la familia de microprocesadores 8051 (89S52 para el caso) y teniendo un límite de tiempo establecido (12hrs) para crearlo. El reloj debía contar con la capacidad de ser manipulado para adelantar la hora y seguir funcionando cuando se configure la alarma. Cuando la hora de alarma y la del reloj coinciden, debe sonar el buzzer por un minuto exacto. El reset del sistema debe colocar la hora del reloj en 12:00:00 y la alarma en 00:00:00; se dejó a elección de los alumnos establecer un formato de 12 o 24 horas y del mismo modo la adición de un botón para incrementar horas y otro para minutos o uno solo para ambos.

Para desarrollar este trabajo fueron requeridos los siguientes materiales: 2 protoboard, 1 microprocesador AT89S52, cristal de 12MHz, 2 capacitores de 33 pf, 1 capacitor de 10k microfaradios, 1 resistencia de 100 Ohms, 1 resistencia de 10k Ohms, 14 resistencias de 1k Ohm, 1 resistencia de 220 Ohm, 6 transistores mps2222a, 1 diodo emisor de luz, 1 buzzer y 6 displays de 7 segmentos.

Iniciando con el desarrollo del sistema, la explicación de manera superficial, se debe tomar en cuenta la parte más importante, la medición del tiempo. Para esto se emplean los temporizadores 0 y 1. También, el uso de interrupciones es fundamental ya que cada una de estas se emplea para la actualización de la cuenta de forma que esta sea congruente. Además, como se debe contar con la habilidad de manipular el reloj, se añaden botones en ambos puertos de interrupción externa del microprocesador.

Después, se debe multiplexar la salida a mostrar en conjunto en los 6 displays. Dado que cada uno de estos usualmente muestra un dígito diferente, el multiplexor facilita este trabajo y el display que corresponde encenderá con los segmentos deseados para los diez números disponibles. El proceso descrito se lleva a cabo a través de manipulación de “*overflows*” en un temporizador mediante software y la selección de los displays se realiza por hardware, a través del puerto 2 en conjunto de los transistores mencionados.

Para finalizar, también se han de mencionar unos aspectos más sencillos pero igual de relevantes que lo anterior, por ejemplo, la presencia de un sistema de “power-on reset”, la adición de un diodo emisor de luz para indicar el modo que se estaría mostrando (alarma: prendido, reloj: apagado) y, evidentemente, un “buzzer” con la función de indicar el minuto en el que la hora establecida en la alarma coincida con el tiempo real. Los pormenores relacionados con resistencias, conexiones físicas y demás se han obviado por sus características repetitivas e irrelevantes.

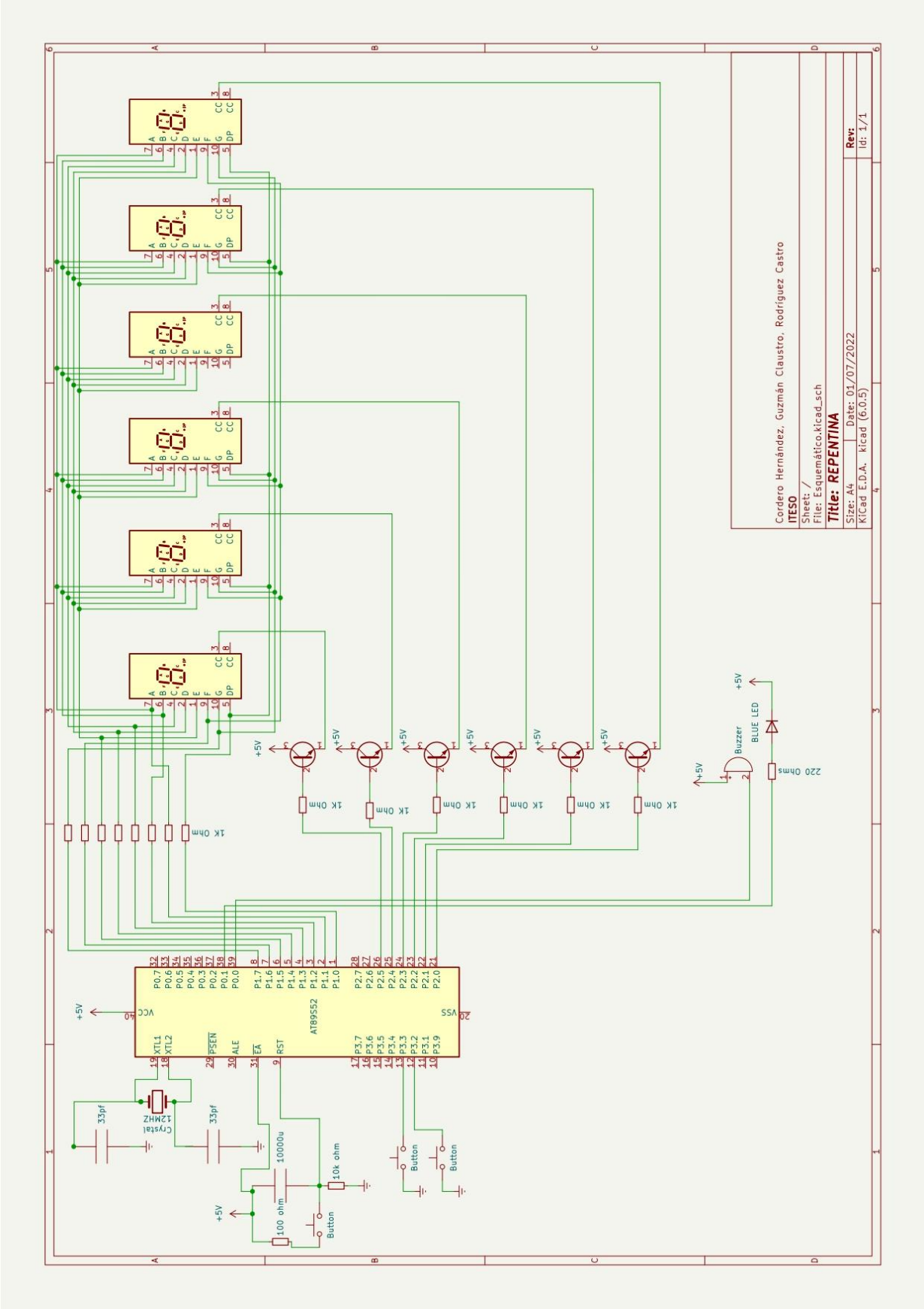
Las competencias de las cuales se esperaba un aprendizaje en este ejercicio, como más tarde se daría cuenta el alumnado entero, serían las del trabajo sobre presión, colaboración grupal/trabajo en equipo y conjunción de conocimientos. No se puede asegurar que alguna o algunas sean más relevantes o críticas que otras, dado que, eventualmente, se daría cuenta

que se ocupa todo el conjunto de manera incluyente para lograr un trabajo sólido e impecable. Como se mencionaba en el inicio de esta sección, el reto más interesante quizás fue el del límite de tiempo establecido, el cual, viéndolo después de la finalización del mismo, no resultaba tan estricto en términos del resultado esperado, no obstante, el equipo consta de dos ingenieros en sistemas computacionales y un ingeniero en seguridad informática y redes, los cuales no son nada adeptos de la electrónica ni de la habilidad requerida para finalizar en tiempo y forma con lo solicitado en ese momento.

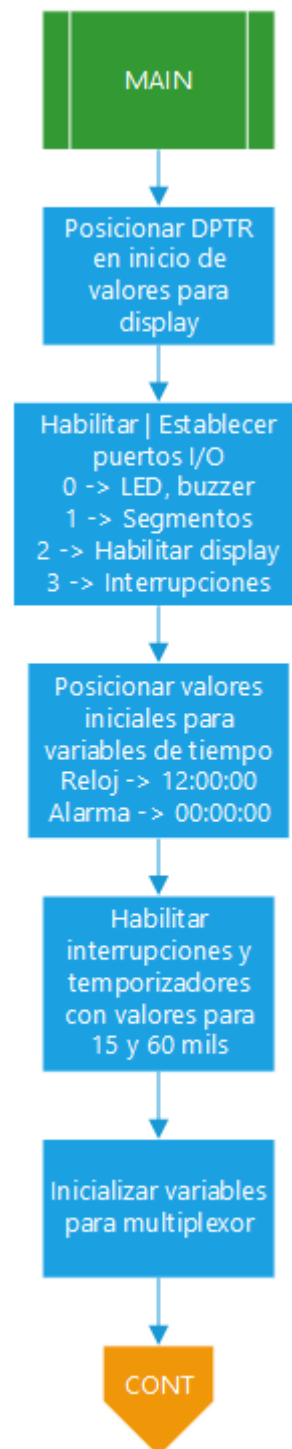
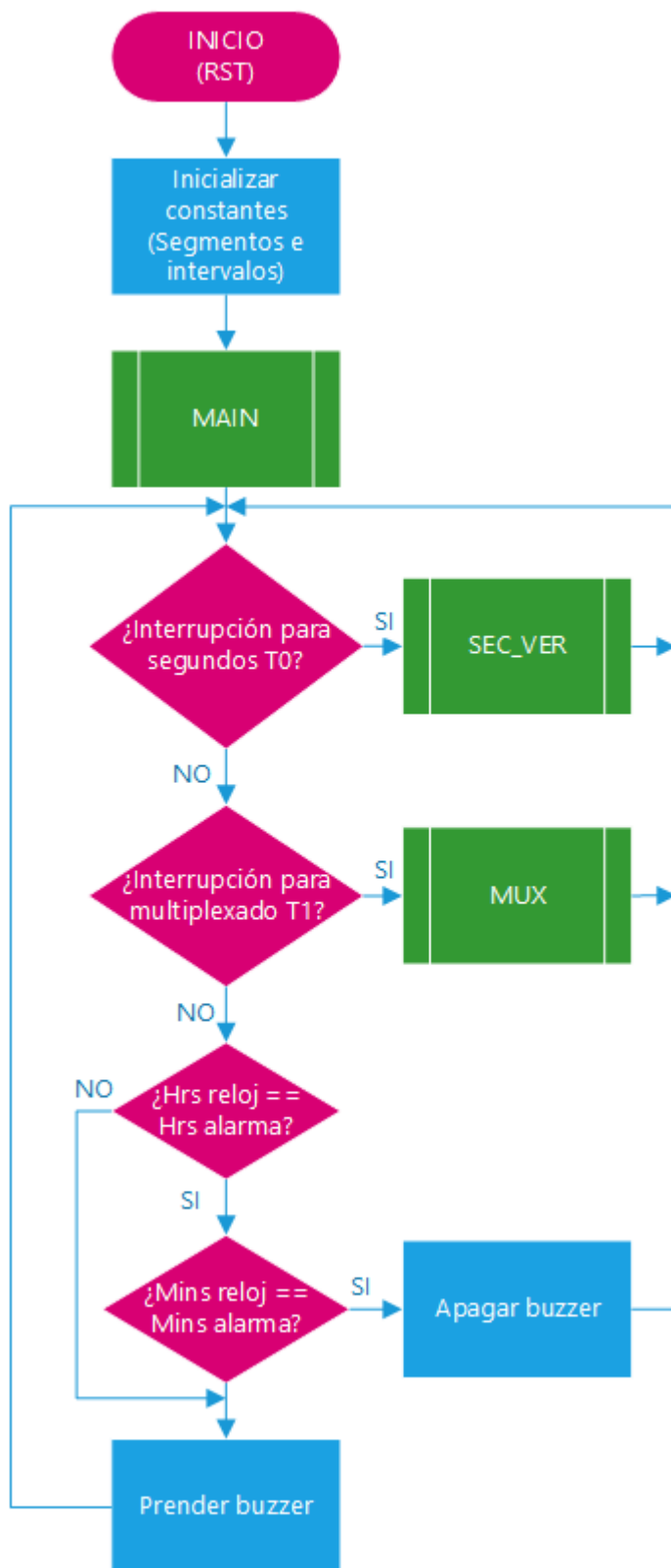
Si algo vale la pena mencionar acerca del aspecto general de la repentina es aquel de no despreciar ningún aspecto adquirido hasta el momento de su consolidación. La capacidad fundamental de la síntesis juega un papel sumamente importante, el cual se puede apreciar tanto en la preparación previa a la elaboración como en el desarrollo continuo y presencial en los laboratorios, inclusive puede notarse en el escrito actual, ya que en cada momento se estaría haciendo inevitable uso y memoria de los conocimientos adquiridos para estructurar una porción del todo deseado. Desde los elementos más sencillos como la conexión a tierra del acceso externo hasta los fragmentos más “excruciantes” como la lógica requerida para desarrollar el programa que controlará la parte visual del producto. Quizás la aplicación de la teoría a la práctica no es tan evidente en este desarrollo, sin embargo, elementos físicos del microprocesador, teoría electrónica, habilidad de acomodo en cableado, ventajas y desventajas de los puertos, funcionamiento de temporizadores e interrupciones, debouncing, resistencias, manejo de ensamblador, ciclos máquina, instrucciones, lógica secuencial y combinacional, bifurcaciones, y muchos otros aspectos, toman cada uno su papel relevante en el desarrollo, que, de no haberse revisado y comprendido con anterioridad, probablemente aún ni siquiera se pudiera haber hecho encender un simple diodo emisor de luz.

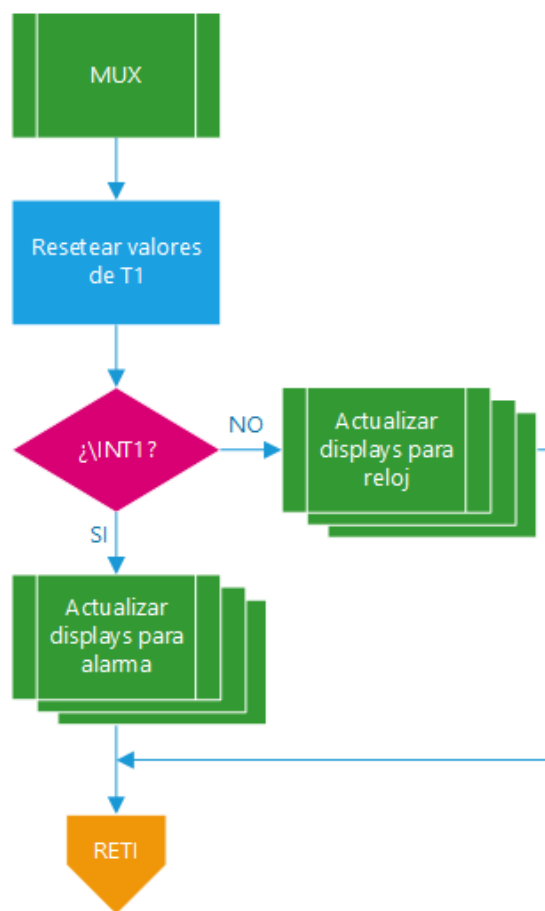
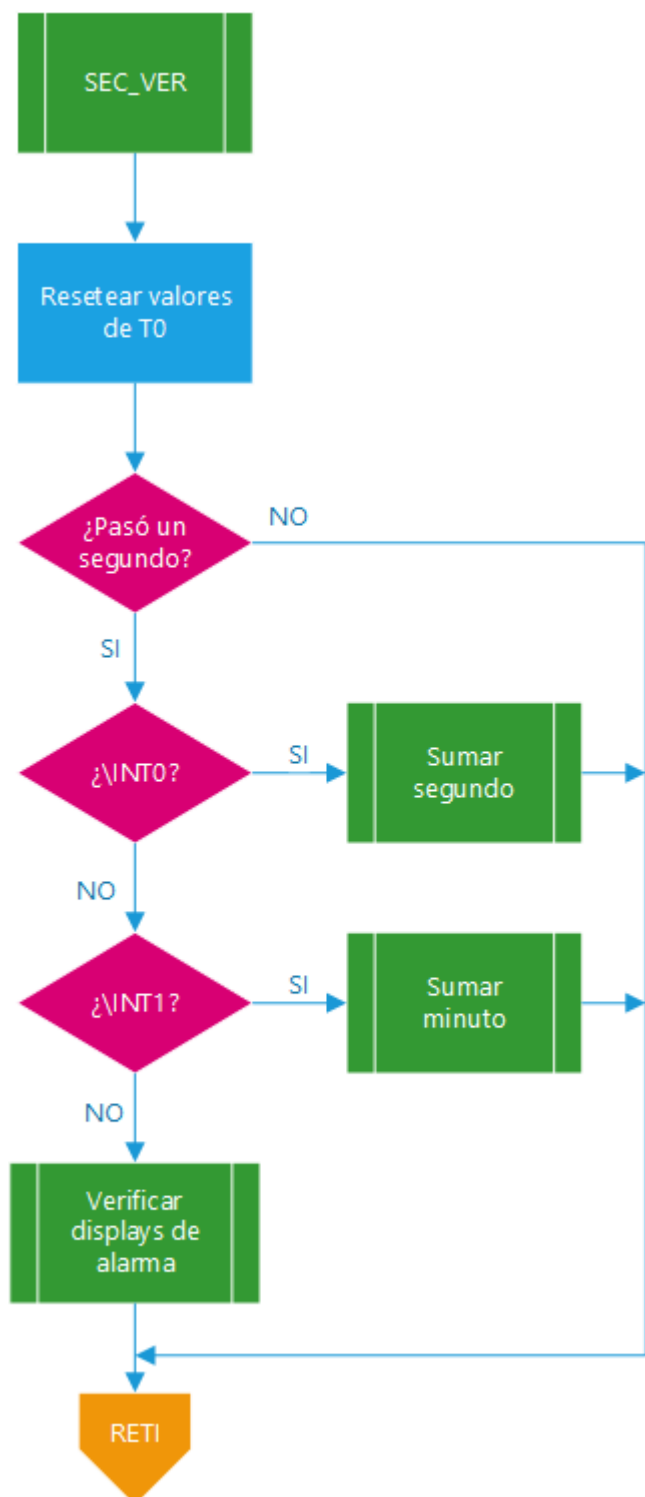
Dicho lo anterior, finalmente se ha de comprender y recalcar que a pesar de contar con una dificultad promedio, todo este ejercicio resulta en una experiencia de aprendizaje devastadora, extenuante, demandante y desmoralizadora que culmina con un conjunto de enseñanzas reales y útiles para la vida como profesional que se viene en un futuro. Quizás esto mencionado se sale del rubro de lo descriptivo a nivel teórico, pero se ha de considerar que sin un aprendizaje, cualquier teoría es inútil, puesto que lo obtenido recaería solamente en conocimiento desperdiciado y sin valor.

Diagrama esquemático del circuito



## Diagrama(s) de flujo





## Listado del programa con comentarios

```
MIL15 EQU 3CB0H ; 15mils
MIL60 EQU 0FC18H ; 60mils

; Constantes para reloj (orden descendente)
HORS1 EQU 55H
HORS0 EQU 54H
MINS1 EQU 53H
MINS0 EQU 52H
SEGS1 EQU 51H
SEGS0 EQU 50H

; Constantes para alarma (orden descendente)
HORS1_A EQU 65H
HORS0_A EQU 64H
MINS1_A EQU 63H
MINS0_A EQU 62H
SEGS1_A EQU 61H
SEGS0_A EQU 60H

; ----- INTERRUPTACIONES -----
ORG 0000H
JMP MAIN

; Timer 0 | Segundos
ORG 000BH
JMP SEC_VER

; Timer 1 | Multiplexado
ORG 001BH
JMP MUX
; -----

ORG 0040H

MAIN: MOV DPTR, #222H+222H+222H ; Tabla de representación en displays
      MOV R0, #14H ; Constante 20D para segundo
      MOV P2, #0FFH ; Se usa P2 para habilitar cada display
      MOV IE, #8AH ; Interrupciones habilitadas, T1 y T0

; Pines para interrupciones
SETB P3.2 ; Aumento
SETB P3.3 ; Modo

; 12:00:00 para reloj en reset
MOV HORS1, #1H
MOV HORS0, #2H
MOV MINS1, #0
MOV MINS0, #0
MOV SEGS1, #0
MOV SEGS0, #0

; 00:00:00 para alarma en reset
MOV HORS1_A, #0
MOV HORS0_A, #0
MOV MINS1_A, #0
MOV MINS0_A, #0
MOV SEGS1_A, #0
MOV SEGS0_A, #0

MOV TMOD, #11H ; Temporizadores de 16 bits (ambos)
```

```

    MOV TH0, #HIGH MIL15
    MOV TL0, #LOW MIL15
    SETB TR0

    MOV TH1, #HIGH MIL60
    MOV TL1, #LOW MIL60
    SETB TR1

    ; Variables para multiplexar displays en ambos modos
    MOV R2, #6H      ; Reloj
    MOV R3, #6H      ; Alarma

; Comprobación para buzzer (reloj == alarma)
ALARM_LOOP: MOV A, MINS0
    CJNE A, MINS0_A, ALARM_OFF
    MOV A, MINS1
    CJNE A, MINS1_A, ALARM_OFF
    MOV A, HORS0
    CJNE A, HORS0_A, ALARM_OFF
    MOV A, HORS1
    CJNE A, HORS1_A, ALARM_OFF

    ; Prender buzzer y repetir comprobación (1min)
    CLR P0.0
    SJMP ALARM_LOOP

; Apagar buzzer
ALARM_OFF: SETB P0.0
    SJMP ALARM_LOOP

; Interrupción T0
SEC_VER: CLR TR0
    MOV TH0, #HIGH MIL15
    MOV TL0, #HIGH MIL15
    SETB TR0
    DJNZ R0, RETURN
    SJMP SEC_ADD

END_SEG: MOV R0, #14H ; Reinicio de segundo

RETURN: RETI

ALARM_VERIFY: INC MINS0_A
    MOV A, MINS0_A
    CJNE A, #0AH, ADD_SEC    ; Decenas de segundos

    MOV MINS0_A, #0
    INC MINS1_A
    MOV A, MINS1_A
    CJNE A, #6H, ADD_SEC    ; Minuto

    MOV MINS1_A, #0
    INC HORS0_A
    MOV A, HORS0_A
    CJNE A, #4H, ADD_HR_A ; Hora

    MOV A, HORS1_A
    CJNE A, #2H, ADD_HR_A ; Día

    MOV HORS0_A, #0
    MOV HORS1_A, #0
    SJMP ADD_SEC

```



```

; Verificar interrupciones
SEC_ADD: JB P3.2, ADD_SEC
        JNB P3.3, ADD_MIN
        SJMP ALARM_VERIFY

; Para hora > 9 en alarma
ADD_HR_A: MOV A, HORS0_A
        CJNE A, #0AH, ADD_SEC
        MOV HORS0_A, #0
        INC HORS1_A
        SJMP ADD_SEC

; Aumento de segundo propagado
ADD_SEC: INC SEGS0
        MOV A, SEGS0
        CJNE A, #0AH, END_SEG ; Aumentar segundo
        MOV SEGS0, #0

        INC SEGS1
        MOV A, SEGS1
        CJNE A, #6H, END_SEG ; Aumentar decena
        MOV SEGS1, #0

        INC MINS0
        MOV A, MINS0
        CJNE A, #0AH, END_SEG ; Aumentar minuto
        MOV MINS0, #0

        INC MINS1
        MOV A, MINS1
        CJNE A, #0AH, END_SEG ; Aumentar decena de minuto
        MOV MINS1, #0

        INC HORS0
        MOV A, HORS0
        CJNE A, #04D, ADD_HR ; Aumentar hora

        MOV A, HORS1
        CJNE A, #2H, ADD_HR
        MOV HORS0, #0
        MOV HORS1, #0

; Para hora > 9 en reloj
ADD_HR: MOV A, HORS0
        CJNE A, #0AH, END_SEG
        MOV HORS0, #0
        INC HORS1
        JMP END_SEG

; Aumento de minuto propagado
ADD_MIN: INC MINS0
        MOV A, MINS0
        CJNE A, #0AH, ADD_SEC

        MOV MINS0, #0
        INC MINS1
        MOV A, MINS1
        CJNE A, #6H, ADD_SEC

        MOV MINS1, #0
        INC HORS0
        MOV A, HORS0
        CJNE A, #4H, ADD_HR_SC

```

```

        MOV A, HORS1
        CJNE A, #2H, ADD_HR_SC

        MOV HORS0, #0
        MOV HORS1_A, #0
        SJMP ADD_SEC

; Modificación de aumento cuando hora < 24
ADD_HR_SC: MOV A, HORS0
        CJNE A, #0AH, ADD_SEC
        MOV HORS0, #0
        INC HORS1
        SJMP ADD_SEC

; ----- MULTIPLEXADO DE DISPLAYS -----

/*
    DISPLAY's
    6-5      4-3      2-1
    HR1-HR0  MIN1-MIN0 SEG1-SEG0
*/

DISP_SHOW: MOVC A, @A + DPTR
        MOV P1, A
        RET

MUX:     CLR TR1
        MOV TH1, #HIGH MIL60
        MOV TL1, #LOW MIL60
        SETB TR1
        JNB P3.3, DSP1

DSP1_A:  CLR P0.1
        CJNE R3, #6H, DSP2_A
        MOV A, SEGS0_A
        ACALL DISP_SHOW
        MOV P2, #1H
        JMP ALARM_MOD

DSP1:    SETB P0.1
        CJNE R2, #6H, DSP2
        MOV A, SEGS0
        ACALL DISP_SHOW
        MOV P2, #1H
        JMP CLOCK_MOD
        JNB P3.3, DSP2

DSP2_A:  CLR P0.1
        CJNE R3, #5H, DSP3_A
        MOV A, SEGS1_A
        ACALL DISP_SHOW
        MOV P2, #2H
        JMP ALARM_MOD

DSP2:    SETB P0.1
        CJNE R2, #5H, DSP3
        MOV A, SEGS1
        ACALL DISP_SHOW
        MOV P2, #2H
        JMP CLOCK_MOD
        JNB P3.3, DSP3

DSP3_A:  CLR P0.1
        CJNE R3, #4H, DSP4_A

```

```

        MOV A, MINS0_A
        ACALL DISP_SHOW
        MOV P2, #4H
        JMP ALARM_MOD

DSP3:    SETB P0.1
        CJNE R2, #4H, DSP4
        MOV A, MINS0
        ACALL DISP_SHOW
        MOV P2, #4H
        SJMP CLOCK_MOD
        JNB P3.3, DSP4

DSP4_A:  CLR P0.1
        CJNE R3, #3H, DSP5_A
        MOV A, MINS1_A
        ACALL DISP_SHOW
        MOV P2, #8H
        SJMP ALARM_MOD

DSP4:    SETB P0.1
        CJNE R2, #3H, DSP5
        MOV A, MINS1
        ACALL DISP_SHOW
        MOV P2, #8H
        SJMP CLOCK_MOD
        JNB P3.3, DSP5

DSP5_A:  CLR P0.1
        CJNE R3, #2H, DSP6_A
        MOV A, HORS0_A
        ACALL DISP_SHOW
        MOV P2, #10H
        SJMP ALARM_MOD

DSP5:    SETB P0.1
        CJNE R2, #2H, DSP6
        MOV A, HORS0
        ACALL DISP_SHOW
        MOV P2, #10H
        SJMP CLOCK_MOD
        JNB P3.3, DSP6

DSP6_A:  CLR P0.1
        CJNE R3, #1H, ALARM_MOD
        MOV A, HORS1_A
        ACALL DISP_SHOW
        MOV P2, #20H
        MOV R3, #7H      ; Para resetear a 6H después de DEC
        SJMP ALARM_MOD

DSP6:    SETB P0.1
        CJNE R2, #1H, CLOCK_MOD
        MOV A, HORS1
        ACALL DISP_SHOW
        MOV P2, #20H
        MOV R2, #7H      ; Para resetear a 6H después de DEC

CLOCK_MOD: DEC R2
            RETI

ALARM_MOD: DEC R3
            RETI

```

```
; -----  
  
; -- Valores codificados para display --  
ORG 0666H  
DB 81H      ; 0  
DB 0F3H     ; 1  
DB 49H      ; 2  
DB 61H      ; 3  
DB 33H      ; 4  
DB 25H      ; 5  
DB 5H       ; 6  
DB 71H      ; 7  
DB 1H       ; 8  
DB 21H      ; 9  
  
; -----  
  
END
```

## Problemas encontrados

Para comenzar esta sección se ha de detallar acerca del problema sobre el cual se invirtió la mayor cantidad de tiempo: el manejo del tiempo. Incluso se podría asegurar que la mayoría si no es que la totalidad de los demás equipos podría mencionar lo mismo. Recordando el curso de sistemas digitales, el santo exponencial visible en la curva de aprendizaje se hacía presente al momento de transicionar de circuitos combinacionales hacia secuenciales, ya que el manejo *preciso* del tiempo es algo un tanto robusto. Este problema residió en la parte del software, ya fue ahí donde se debían manejar los temporizadores y sus respectivas interrupciones para manejar el aumento *secuencial* del simple y sencillo segundo. Las implicaciones que esto supuso para todo el equipo resultaría en un cúmulo de estrés que terminantemente generaría más dudas y complicaciones que avances, al menos para el día de la delegación del ejercicio. A continuación se detallan un par de aspectos problemáticos adicionales, sin embargo, el problema del cual se habla en este párrafo sería el mayor de todos ellos.

Similar a la primera práctica del curso, el problema del encendido segmentado para los displays persistió incluso en este extenuante ejercicio, haciendo dudar al equipo entero de su sanidad mental y su habilidad de comprensión básica. Este fenómeno resulta particularmente extraño y frustrante dado que, como se realizó de igual manera al momento del primer contacto con estos componentes electrónicos, se hizo uso de una fuente de alimentación para probar los pines individualmente a fin de conocer con certeza el propósito de cada uno de estos. Las similitudes con la práctica 1 continuaron al momento de desplegar los resultados visuales en cada uno de los displays, ya que los dígitos mostrados no eran eso, sino que un conjunto de símbolos pseudo-aleatorios. La solución fue la misma que en la contraparte original: voltear los bits de la tabla de codificación para cada elemento.

Aunque en esta sección se busque expresar los problemas presentados, se cree que también vale la pena señalar los que no se encontraron, tales como las conexiones a 5v y tierra, uso de almacenamiento interno e impedimentos del puerto 0, claro, esto para la porción del 89S52. ¿Por qué es fundamental hablar de esto? Porque es mediante lo mismo que se puede corroborar un avance y un aprendizaje, por más básico que parezca, una conexión errónea puede resultar en horas de trabajo desperdiciadas. Claro, existieron otros contratiempos y obstáculos, pero todos ellos fueron relativamente nuevos, ya que los problemas que no se presentaron aquí sí lo hicieron en prácticas y actividades pasadas en donde, afortunadamente, se pudo aprender de estos.

## Conclusiones individuales

### - Cordero Hernández:

La vida del prospecto a ingeniero a veces resulta curiosa. En un momento existe un sentimiento posiblemente indebido de superioridad, solo para perder toda la confianza en un instante, descubriendo nuevamente a la persona como alguien mortal. La actividad de la repentina no solo provocó esto en mí, si no que me dañó físicamente, obligándome a adquirir un frasco de omeprazol para mitigar las consecuencias del estrés sufrido a lo largo de los 5 días posteriores a esta tortura. Parecería que estoy divagando, pero lo que intento es dar pie al verdadero aprendizaje adquirido: la inseguridad acabará matándome. A pesar de contar con el mejor de los equipos de los cuales he podido ser partícipe hasta hoy, el avance logrado aquel fatídico viernes dejó mucho que desear. Cualquier persona podría pensar que esto es irrelevante, que solo se trata de un fallo del cual hay que rescatar lo mejor y aprender de ello, sin embargo, cuando la integridad académica, económica y mental están en juego, el asunto se torna bastante lúgubre y REPENTINAMENTE un peso se postra sobre los hombros de cada quien. Quizás entendimos los requerimientos, quizás supimos al instante lo que se tenía que hacer para lograr el resultado final, pero la duda e inseguridad personal nos fue atrasando al punto en el que, personalmente hablando, me había resignado a aceptar la derrota y perder unos cuantos miles de pesos. No fue hasta ese momento en el que nos percatamos de algunas cosas como partes del código, acomodo del cableado, entre otros detalles que sabíamos de antemano, pero que fueron cegados por culpa de la presión que nos hizo creernos incapaces.

De ninguna manera soy capaz de decir que fue de mi agrado esta actividad tan sádica y retadora, pero sí puedo aseverar con total certeza que las competencias requeridas para una repentina ideal se han dejado al descubierto como grandes áreas de mejora, las cuales deben y serán atendidas. Finalmente, y sobre todo, dejo expresa mi envidia para las futuras generaciones que posiblemente no tendrán que vivir esta experiencia tan psicótica.

### - Guzmán Claustro:

La Repentina va más lejos que un simple diseño de circuito. Este ejercicio pone a prueba la capacidad de cada alumno al trabajar bajo condiciones extremas de estrés, culminando con la resignación de cada individuo al no ser capaces de realizar el trabajo en 12 horas. Sintiendo una revoltura de emociones al ser avisados sobre la finalidad de la actividad. Sin duda alguna, fue todo un reto, sin embargo, me ayudó a complementar ciertos temas de los cuales no me sentía seguro de haberlos comprendido. La magnitud del trabajo colaboró para formar una línea estable de comunicación con el equipo y de esa manera poder trabajar de la forma más eficiente, aunque la cantidad de trabajo era tan basta que ni así terminamos en las 12 horas. Después de entender con calma y analizar lo que significa este ejercicio, lo veo como algo beneficioso para cada alumno, aunque considero que este método de enseñanza puede ser algo salvaje, pues en ningún momento de la vida te preparan para atender

este tipo de situaciones llenas de estrés. Finalizando con el famoso dicho “lo que no te mata, te hace más fuerte” que es perfectamente aplicable a esta actividad.

- Rodríguez Castro:

Esta repentina fue un verdadero reto ya que formalizó gran parte de los temas que hemos visto en clase, el contenido y la presión fue mucho mayor al que se había tenido en las prácticas y por ende el proyecto tomó más tiempo en planear y diseñar. La gran escala del proyecto me ayudó a conectar diferentes puntos que habían quedado flotando después de haber visto cierto tema, practicar y ver cómo estos temas interactuaban con otros me fue muy interesante y hacerlos funcionar en el proyecto me fue muy satisfactorio. Creo que a pesar de la dificultad del proyecto en sí, me ayudó como estudio para el examen y para tener los conocimientos del nuestro microprocesador más presentes a la hora de planificar la solución.

## Referencias bibliográficas

Keli Software. (1997). KAN103 - 8051 Interrupt Vectors Keil Application Note 103. Recuperado de <https://developer.arm.com/documentation/kan103/latest/>.

ON Semiconductor (2013). Amplifier Transistors NPN Silicon. Recuperado de <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/p2n2222a-d.pdf>.