

Proyecto con un Microcontrolador

Sistemas con Microprocesadores

Mg.Ing. Esteban Volentini (evolentini@herrera.unt.edu.ar)

<http://www.microprocesadores.unt.edu.ar/procesadores>

Un breve repaso (un posible quizz)

- ▶ ¿Que diferencias hay entre las arquitecturas Harvard y Von Newman?
- ▶ ¿Cuales son los dos métodos principales para gestionar las entradas en un sistema reactivo?
- ▶ ¿Que es el ISA de un procesador?

Cronograma

Actividad	Inicio	Descripción	Completa
Presentación	24/08	Presentación y reglamento	✓
Tema 1	24/08	Estructura de las computadoras	✓
Tema 2	26/08	Proyecto con un microcontrolador	←
Tema 3	31/08	Descripción funcional del ISA RV32IM	
Tema 4	07/09	Programación en lenguaje ensamblador	
Tema 5	18/09	Diseño del camino de datos de un procesador	
Tema 6	30/09	Diseño de la unidad de control del procesador	
Tema 7	05/10	Tecnologías y sistema de memoria	
Tema 8	09/10	Dispositivos de entrada/salida	
Tema 9	19/10	Entradas/salidas digitales (GPIO)	
Tema 10	28/10	Generalidades de las interrupciones	
Tema 11	04/11	Interrupciones y excepciones en RISC-V	
Tema 12	13/11	Manejo de señales con temporizadores	
Tema 13	18/11	Transferencias de datos	
Proyectos	30/11	Seminarios de proyectos	

Objetivo

- ▶ Diseño de un Sistema Completo.
- ▶ Se avanzará por partes
 - ▶ A medida que vayamos avanzando en el curso.
 - ▶ Aplicarán lo que aprendan.
 - ▶ Trabajarán en grupos, con un tutor.
 - ▶ Cada grupo elige su tema.
 - ▶ Yo expongo un proyecto de ejemplo.
- ▶ Al terminar el curso.
 - ▶ Exposición del proyecto completo.

Grupos de trabajo

- ▶ Formación de grupos
- ▶ Tema del proyecto
- ▶ Última parte: Seminarios
 - ▶ Presentación de proyectos
 - ▶ Duración: 40 minutos
 - ▶ Informe escrito
 - ▶ Evaluación: proyecto, trabajo del grupo, trabajo individual

Grupos de Trabajo

- ▶ Armado de grupos
 - ▶ Al final del tema cada grupo elige un proyecto
- ▶ El grupo tendrá un tutor de la cátedra
 - ▶ Asignado por sorteo
- ▶ Se evaluará el trabajo
 - ▶ A nivel de grupo
 - ▶ A nivel de cada participante

Reglamento

- ▶ Transparencias en este formato para los seminarios
- ▶ Informes en PDF
- ▶ Envío de informe preliminar previo a la exposición
- ▶ Evaluación: 30% del proyecto
 - ▶ Trabajo de grupo e individual
 - ▶ Presentación oral y escrita

Roles en el grupo

- ▶ **Secretario**
 - ▶ Toma nota de la reunión del grupo.
 - ▶ Las decisiones.
 - ▶ Las tareas y tiempos a que se compromete cada uno.
 - ▶ Un documento compartido por reunión.
- ▶ **Líder**
 - ▶ Motiva si se avanza, controla si no.
 - ▶ Hace que el grupo genere ideas y trabaje. Entusiasta.
- ▶ **Revisor.**
 - ▶ Comprueba que las ideas puedan funcionar.
 - ▶ Plantea las contras. Realista.
- ▶ **Roles rotativos.**
- ▶ **Desarrollo equitativo entre todos.**
 - ▶ Todos deben aportar lo mejor.

Contenido presentado oralmente

Evaluación del contenido de la presentación oral

Característica a Evaluar Descripción

Análisis de mercado	Se presentan los motivos que dan origen al proyecto y el estado del arte
Objetivos	Se presentan los objetivos y se analiza el cumplimiento de los mismos.
Viabilidad	La solución propuesta es técnicamente viable y se podría construir.
Criterios de diseño	La solución propuesta adopta buenas prácticas de ingeniería.
Originalidad	El problema o la solución propuesta presentan una variante novedosa.

Presentación oral grupal

Evaluación grupal de la presentación oral

Característica a Evaluar	Descripción
Organización de la presentación	Las etapas del proyecto se presentan de forma que resulta más fácil entenderlo.
Balance en la participación	Todos los miembros del equipo presentan temas de similar complejidad.
Estética	La presentación resulta agradable a la vista con cantidades adecuadas de texto.
Duración	La presentación se ajusta correctamente al tiempo asignado.

Presentación oral individual

Evaluación individual de la presentación oral

Característica a Evaluar Descripción

Dominio del Tema	Nivel de conocimientos del tema. Contesta a todas las preguntas.
Vocabulario	Se expresa utilizando los términos correctos.
Presencia	La vestimenta y postura general son adecuadas para una presentación.
Participación	Su contribución a la presentación general es significativa.

Informe del proyecto

Evaluación grupal del informe del proyecto

Característica a Evaluar Descripción

Contenido	Se valoran los mismos aspectos que en el contenido de la presentación oral.
Correcciones	Incorporan las correcciones y sugerencias efectuadas en la presentación.
Vocabulario	Se expresan utilizando los términos correctos, con gramática y ortografías correctas.
Profundidad	Los temas son presentados con la profundidad que corresponde al diseño de anteproyecto.

Paso I - Análisis

- ▶ Qué se desea hacer y por qué
- ▶ ¿Productos similares en el mercado?
 - ▶ Puntos fuertes y débiles
 - ▶ Precio
 - ▶ Prestaciones
 - ▶ Oportunidades
 - ▶ Mejor precio
 - ▶ Más y mejores prestaciones
 - ▶ Mayor facilidad de uso
 - ▶ No hay productos similares
- ▶ Objetivos, ¿qué se desea desarrollar?
 - ▶ Características principales.

Paso II - Diseño

- ▶ Descripción detallada de las especificaciones del producto
 - ▶ Se comienza desde el final
 - ▶ Como para que lo entienda un usuario
 - ▶ Muchas veces se aprovecha esta descripción para un estudio de marketing
- ▶ Descripción General del hardware y software
- ▶ Bajar a medio detalle
- ▶ Bajar a detalle completo
 - ▶ Algunas rutinas interesantes
 - ▶ Algunas partes importantes de los circuitos

Paso III – Conclusiones

- ▶ Pruebas
 - ▶ Descripción de las pruebas planificadas
 - ▶ Demostración de que los objetivos están cumplidos
- ▶ Experiencia lograda
 - ▶ Puntos problemáticos
 - ▶ Qué haría mejor si comenzara desde cero
- ▶ Mejoras posibles
 - ▶ Qué mejoras tendría una nueva versión
 - ▶ Qué caminos de nuevos Diseños se basan en el presente
- ▶ Conocimientos aplicados y de dónde se obtuvieron
 - ▶ Agradecimientos (a quienes ayudaron con las dudas)
 - ▶ Bibliografía (por separado)

Grupos

- ▶ Inscribir grupos
 - ▶ 2 o 3 alumnos
 - ▶ Hasta el viernes 25/00
- ▶ Asignación de Tutor
 - ▶ Guía pero no resuelve
 - ▶ Deben pedirle entrevistas
 - ▶ Califica trabajo en grupo
 - ▶ Califica trabajo individual

Reloj despertador - Introducción

- ▶ Objetivo: ejemplo didáctico
- ▶ Especificaciones muy fáciles de entender
- ▶ Electronica relativamente sencilla
- ▶ Énfasis en el programa del equipo
- ▶ Estructura típica de los diseños
- ▶ Placa disponible para hacer las practicas

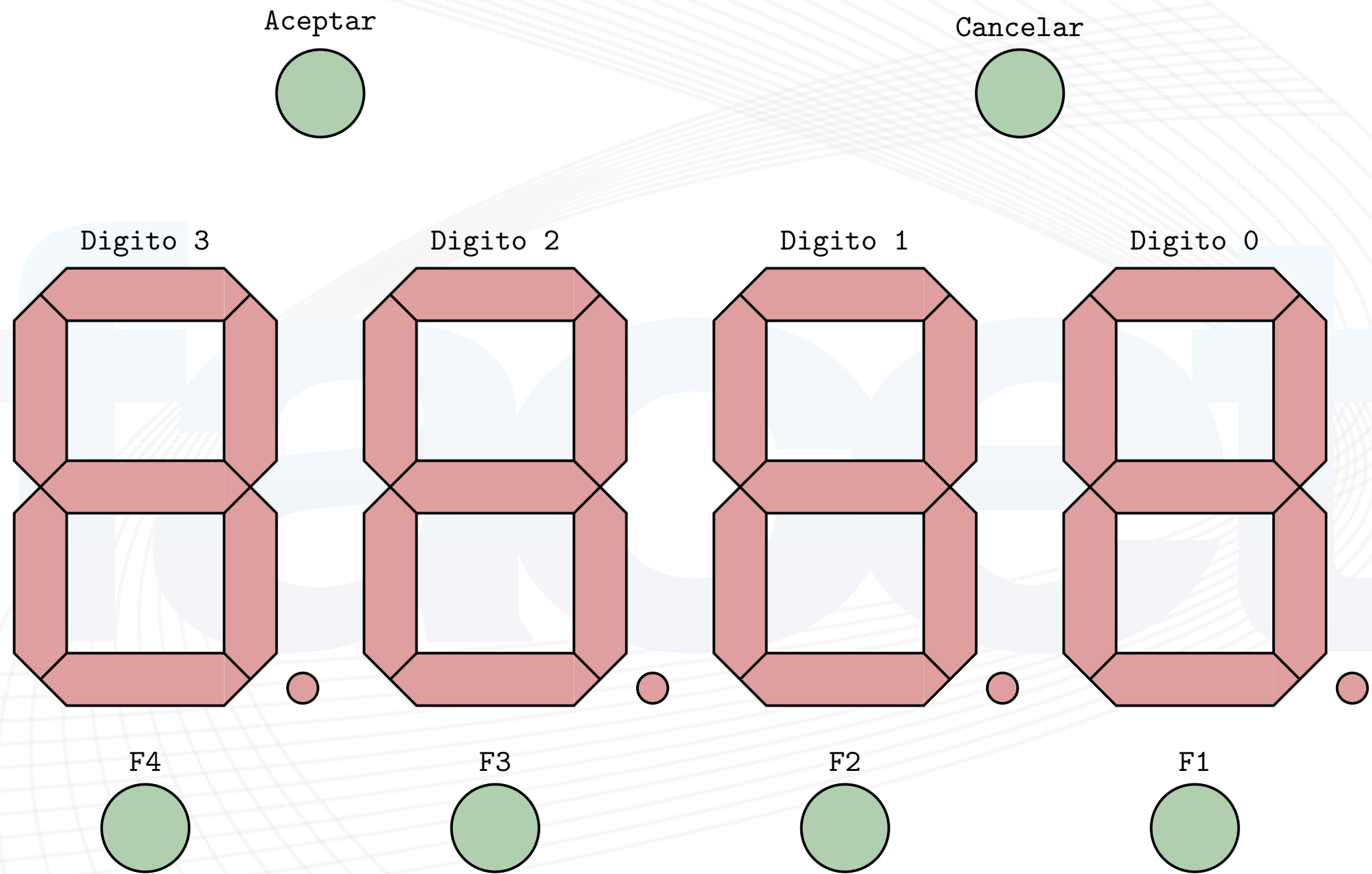
Funcionalidad: Reloj

- ▶ Debe mostrar la hora y minutos
- ▶ Se debe poder ajustar en hora
- ▶ El reloj funcionará únicamente en modo de 24 horas
- ▶ Cuando el reloj esta funcionando debe parpadear el punto del segundo dígito una vez por segundo

Funcionalidad: Despertador

- ▶ Se debe poder definir una alarma para una hora y minutos definidos
- ▶ Se debe poder habilitar e inhabilitar la alarma
- ▶ Cuando la alarma este activa el punto del ultimo dígito estará encendido
- ▶ Cuando suena la alarma se puede posponer por cinco minutos

Interface del usuario



Forma de uso

- ▶ El equipo normalmente muestra la hora y minutos actuales
- ▶ Este modo se distingue por el punto central parpadeante
- ▶ Cuando el equipo arranca la hora parpadea junto con el punto para informar que no esta configurado

Forma de uso: Puesta en hora

- ▶ Cuando se presiona la tecla F1 por mas de 3 segundos se ingresa al modo ajuste de hora, y comienzan a parpadear los dígitos de los minutos
- ▶ Con la tecla F4 se aumenta el valor de los minutos y con la tecla F3 se disminuye el mismo
- ▶ El incremento y decremento vuelven a comenzar cuando alcanzan el valor máximo o mínimo

Forma de uso: Puesta en hora

- ▶ Si se presiona la tecla Aceptar quedan fijos los minutos y comienza a parpadear los sitios de la hora
- ▶ Si no se presiona una tecla por más de 30 segundos, o si se presiona la tecla Cancelar, descartan todos los cambios

Forma de uso: Ajuste de la Alarma

- ▶ Cuando se presiona la tecla F2 por mas de 3 segundos se ingresa al modo ajuste de la alarma
- ▶ Al ingresar a este modo se muestra en los dígitos la hora a la que se encuentra ajustada actualmente la alarma
- ▶ Para distinguir este modo se prenden todos los puntos de los dígitos

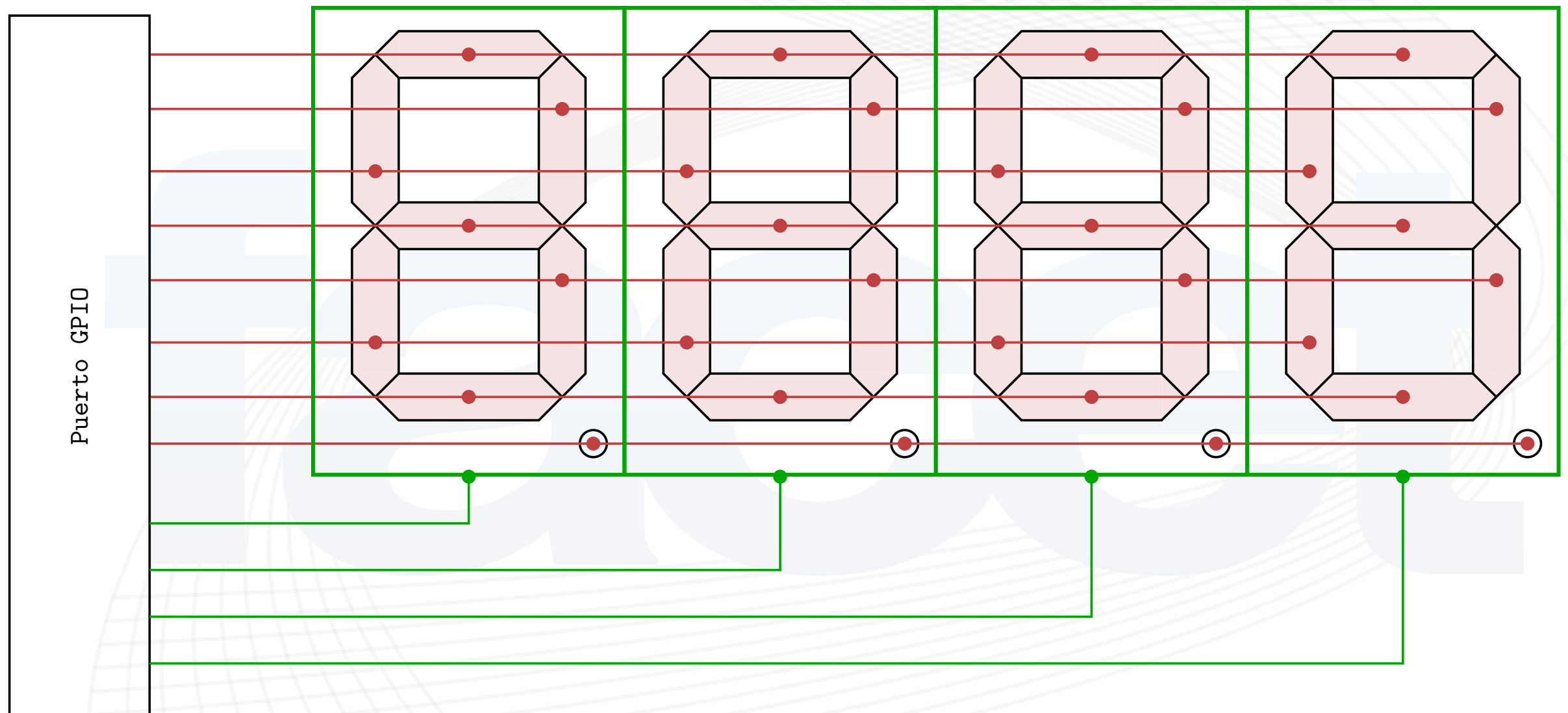
Forma de uso: Ajuste de la Alarma

- ▶ El ajuste de la hora de la alarma sigue el mismo comportamiento que el ajuste de la hora del reloj
- ▶ Cuando el reloj esta en modo normal la tecla Aceptar activa la alarma y la tecla Cancelar la desactiva
- ▶ El punto del primer dígito indica si la alarma esta activada o no
- ▶ Cuando la alarma esta sonando la tecla Aceptar la silencia por 5 minutos y la tecla Cancelar la silencia hasta el día siguiente a la hora programada

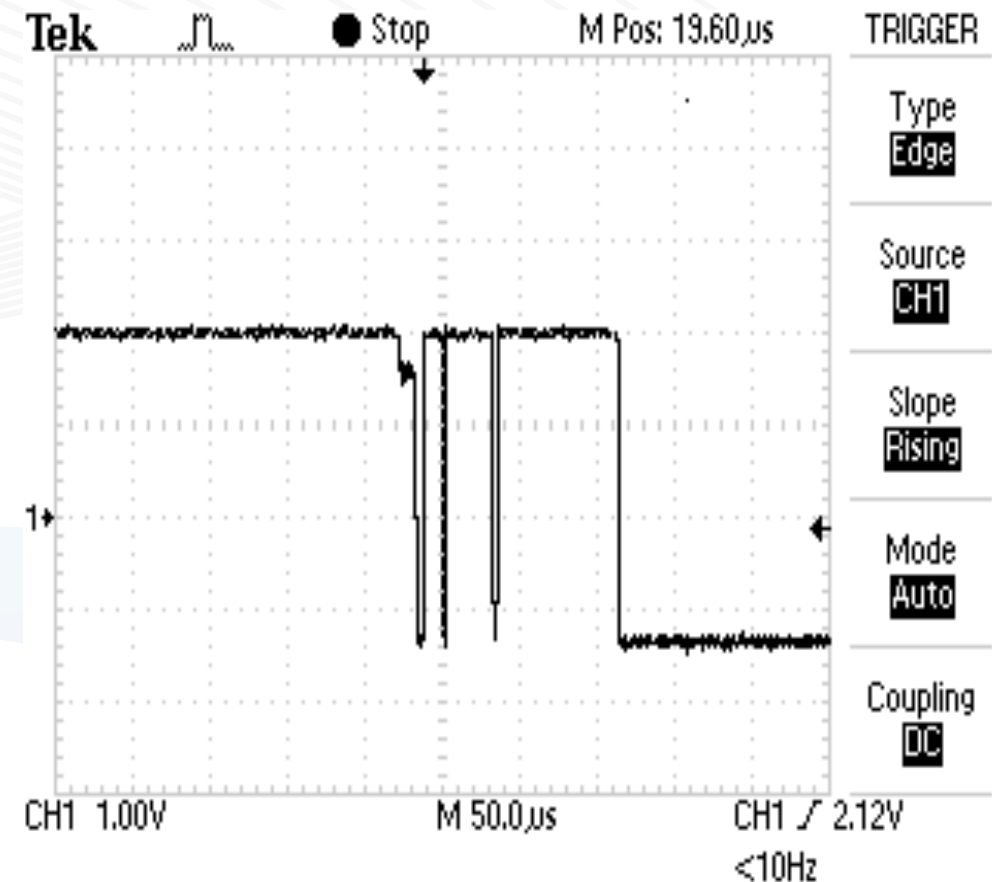
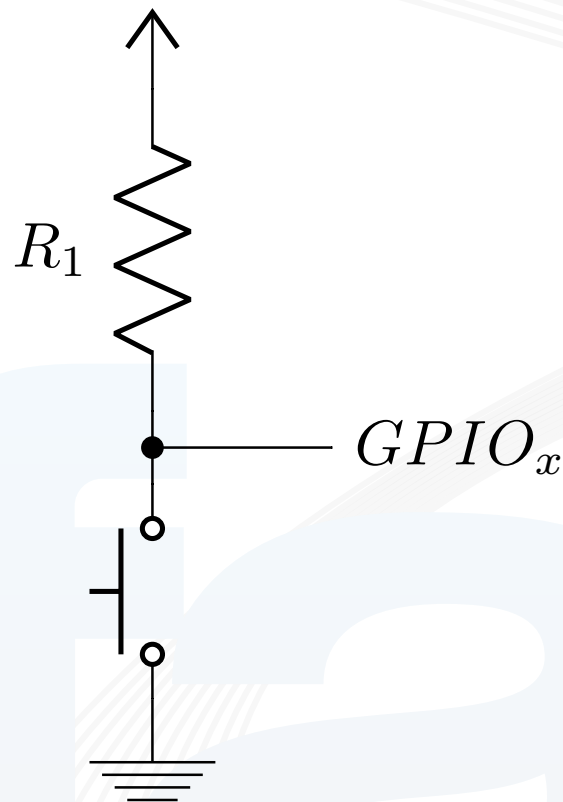
Diseño general

- ▶ Esquema general de hardware
- ▶ Estructura de datos
- ▶ Esquema general del software
- ▶ Desarrollo de los módulos principales a nivel general

Multiplexado de los dígitos



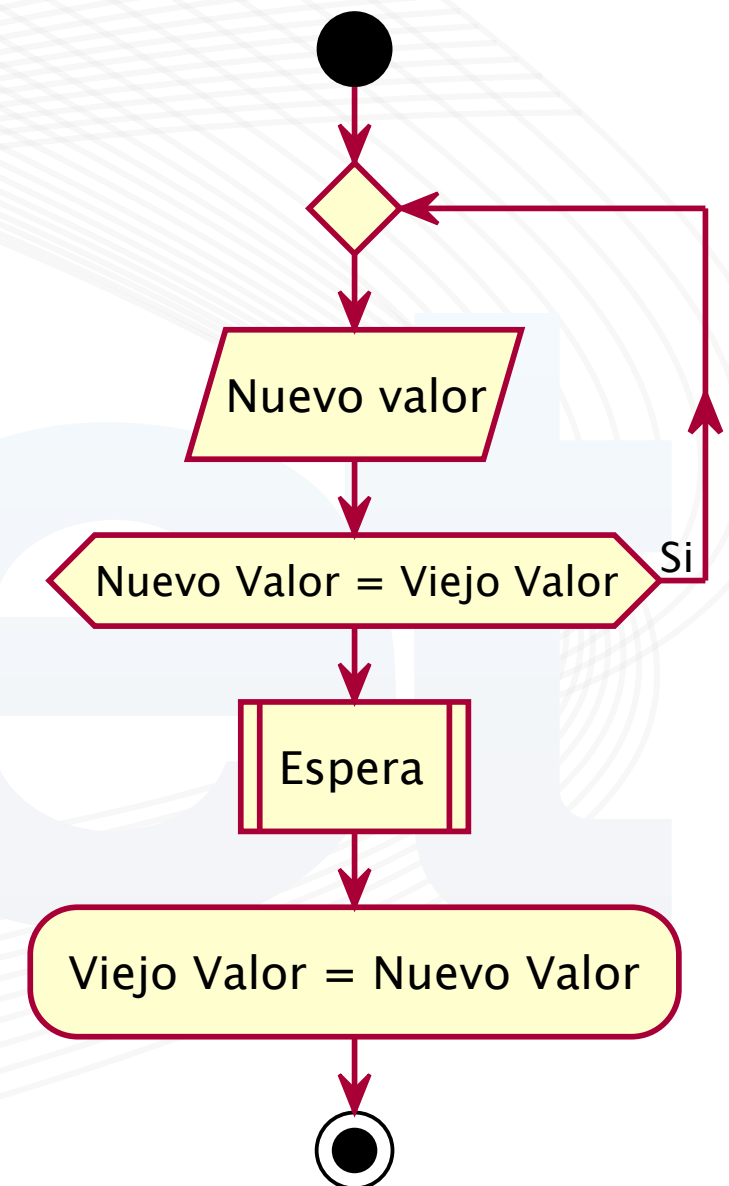
Lectura de las teclas



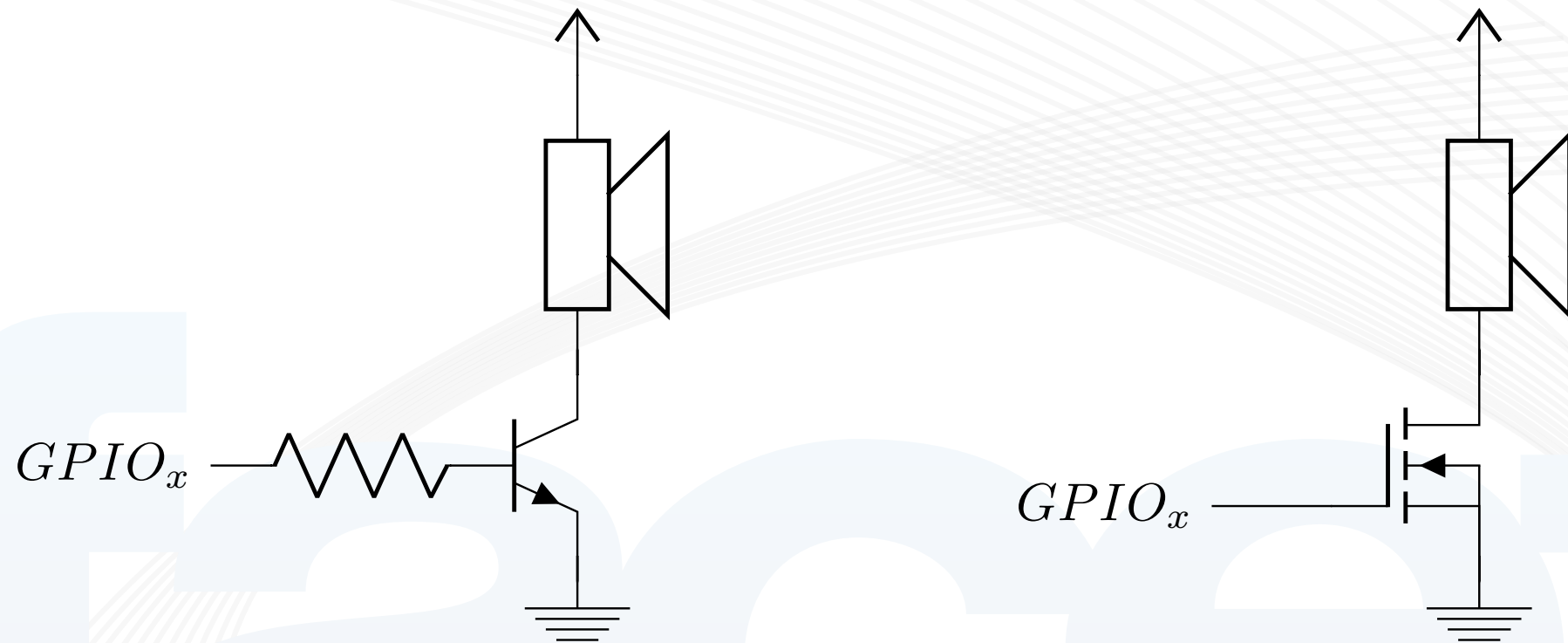
- ▶ Al oprimir o soltar $\Rightarrow$ Rebotes.
- ▶ Riesgo $\Rightarrow$ interpretar más de una pulsación.
- ▶ ¿Soluciones? Debounce = quitar rebotes.

Solución a los rebotes

- ▶ Hay soluciones por Hardware (RC)
- ▶ Es mejor por software
- ▶ Hay que esperar a que cese el rebote



Generación del sonido de la alarma

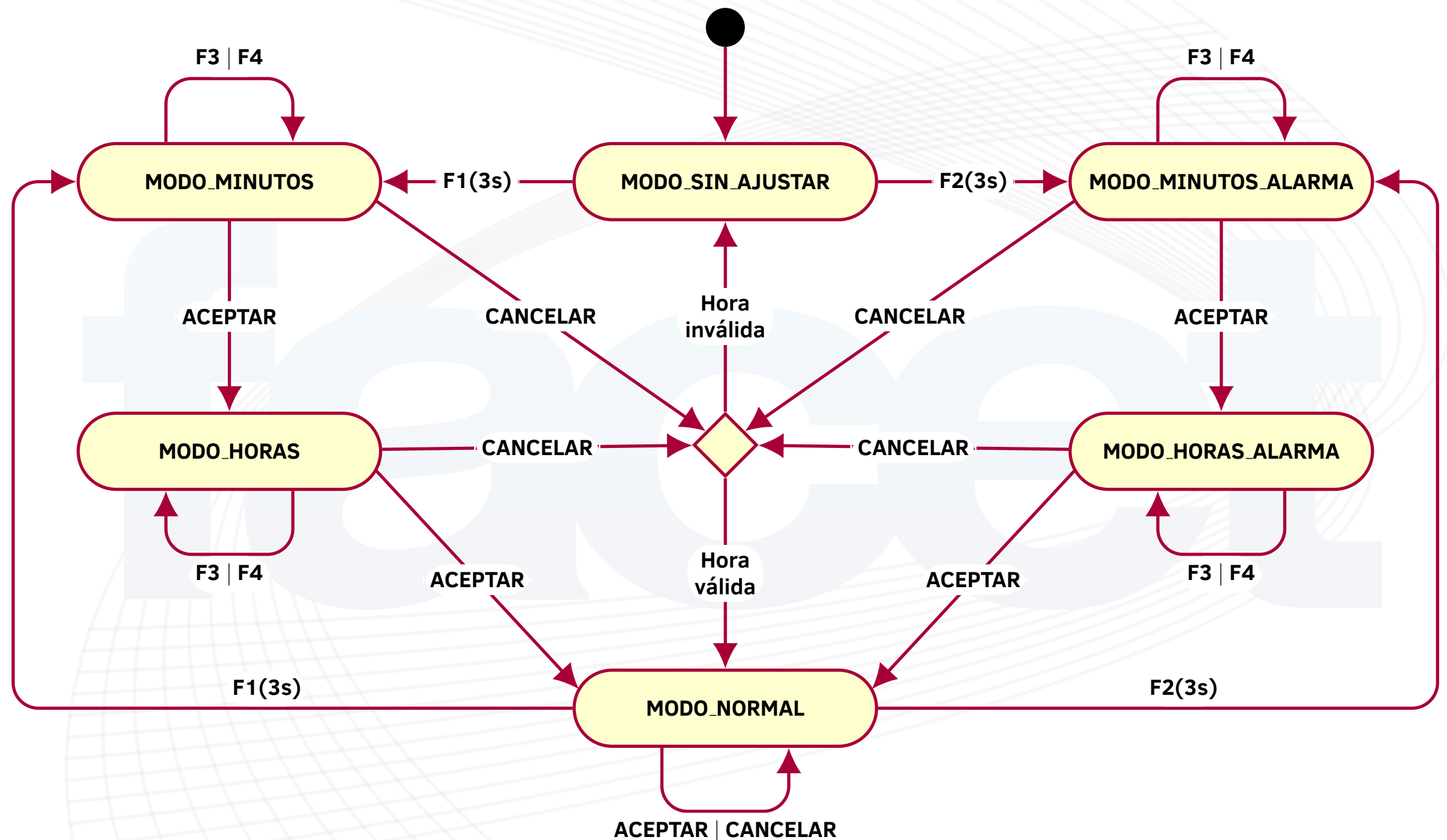


- ▶ Se utiliza un transistor para aumentar la corriente en el parlante
- ▶ Un transistor mosfet permite ahorrar la resistencia y resuelve los problemas de ganancia de corriente

Cuenta del tiempo

- ▶ Se necesita contar generar una base de tiempo de un segundo
 - ¿Se podría hacerla perdiendo tiempo en un programa conocido?
- ▶ Se utilizará un reloj externo que genere una interrupción cada 1 ms
- ▶ En cada interrupción se deja de de ejecutar el programa principal y se ejecuta una rutina predefinida (rutina de servicio)
 - Al terminar esa rutina continua el programa principal

Diagrama de estados

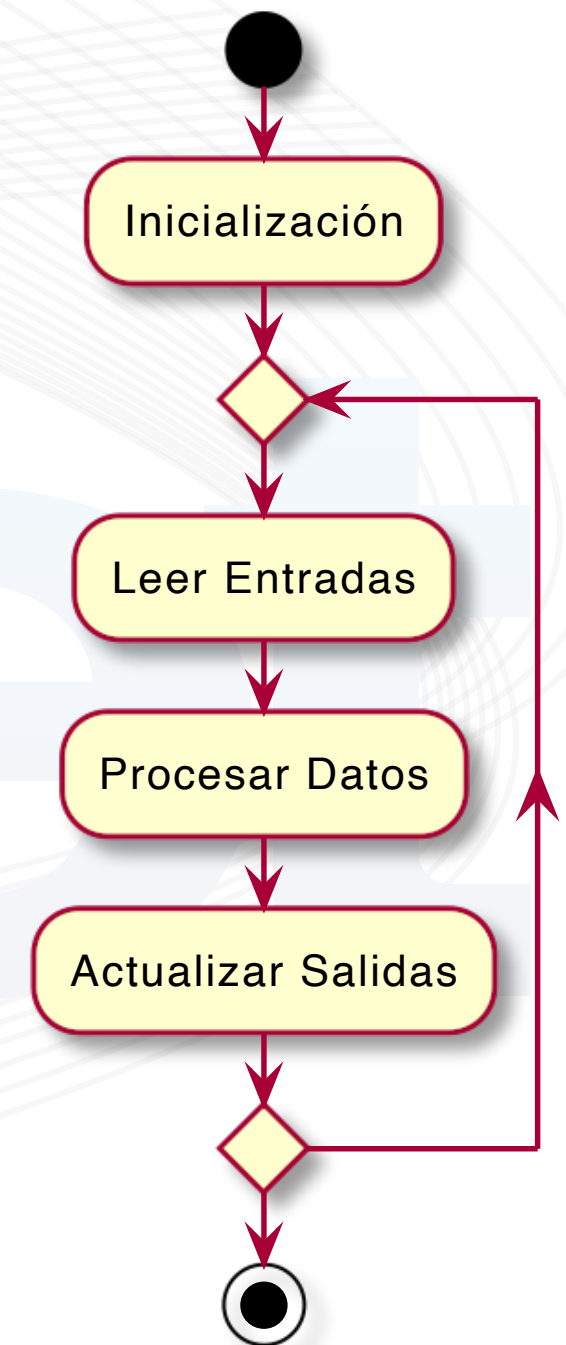


Modos de funcionamiento

Nombre	Valor	Descripcion
MODO_SIN_AJUSTAR	0	El reloj esta sin configurar y la hora no es valida
MODO_NORMAL	1	El reloj esta en modo normal con la hora ajustada
MODO_MINUTOS	2	El reloj esta en modo de ajuste de los minutos
MODO_HORA	3	El reloj esta en modo de ajuste de las horas
MODO_MINUTOS_ALARMA	4	El reloj esta en modo de ajuste de los minutos de la alarma
MODO_HORA_ALARMA	5	El reloj esta en modo de ajuste de la hora de la alarma

Esquema de la solución

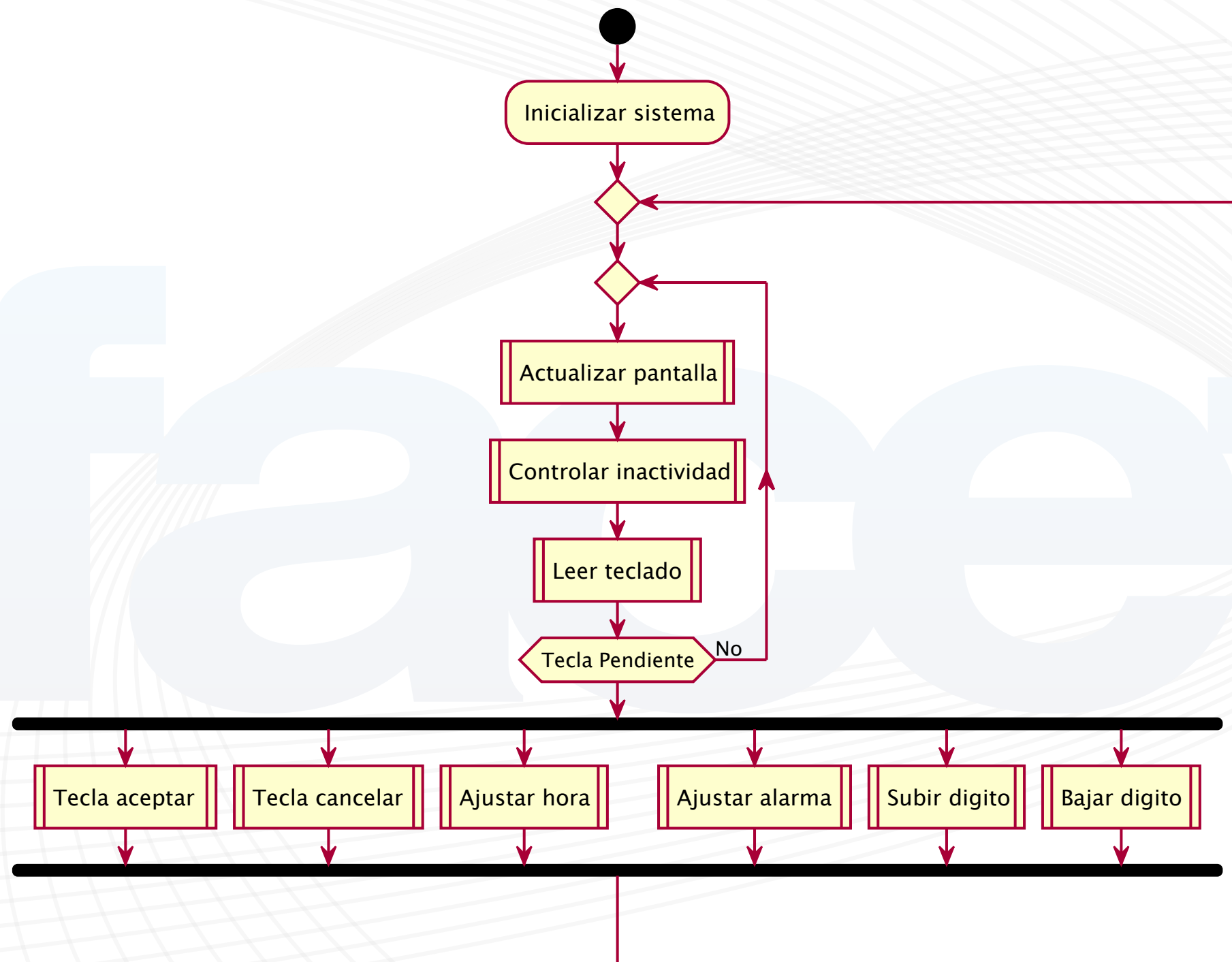
- ▶ En los sistemas embebidos suele utilizarse un patrón de super-loop
- ▶ El programa ejecuta primero una configuración e inicialización de variables
- ▶ Después ejecuta un lazo infinito que implementa la secuencia de control
- ▶ En general esta secuencia lee las entradas usando los sensores, procesa esta información y actualiza las salidas operando sobre los actuadores.



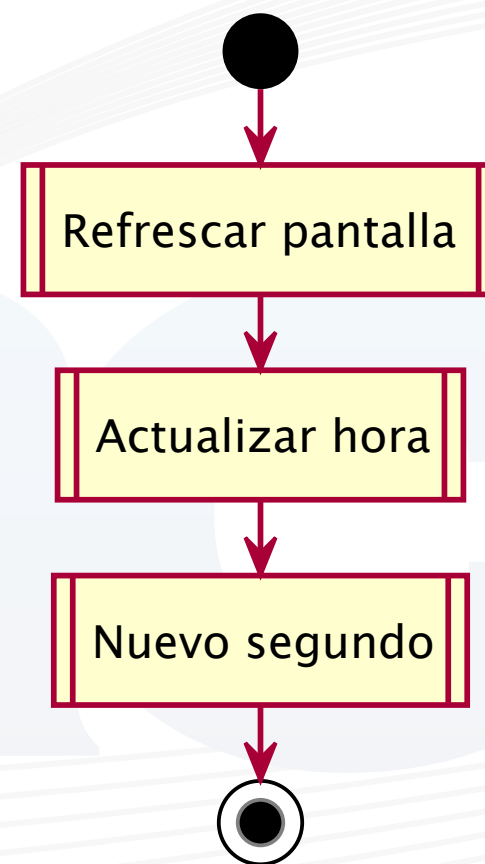
Division de responsabilidades

- ▶ En el programa principal:
 - ▶ Revisar si hay cambios en las teclas
 - ▶ Procesar los eventos de tecla apretada
- ▶ En la rutina de servicio:
 - ▶ Actualizar la pantalla del equipo
 - ▶ Aumentar la duración de la pulsación de tecla
 - ▶ Actualizar la fecha y hora actual del reloj
 - ▶ Activar la alarma cuando la hora coincide

Esquema general del software



Esquema general de la interrupción

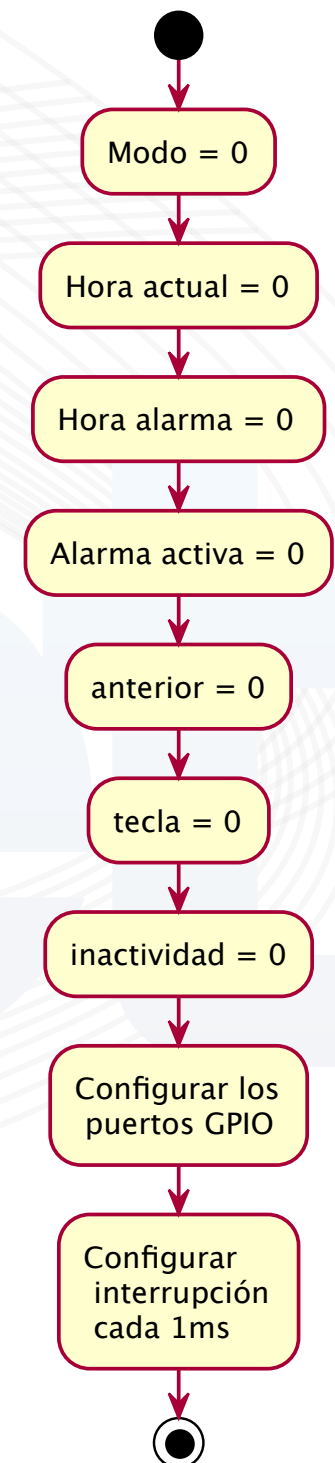


Estructuras de datos

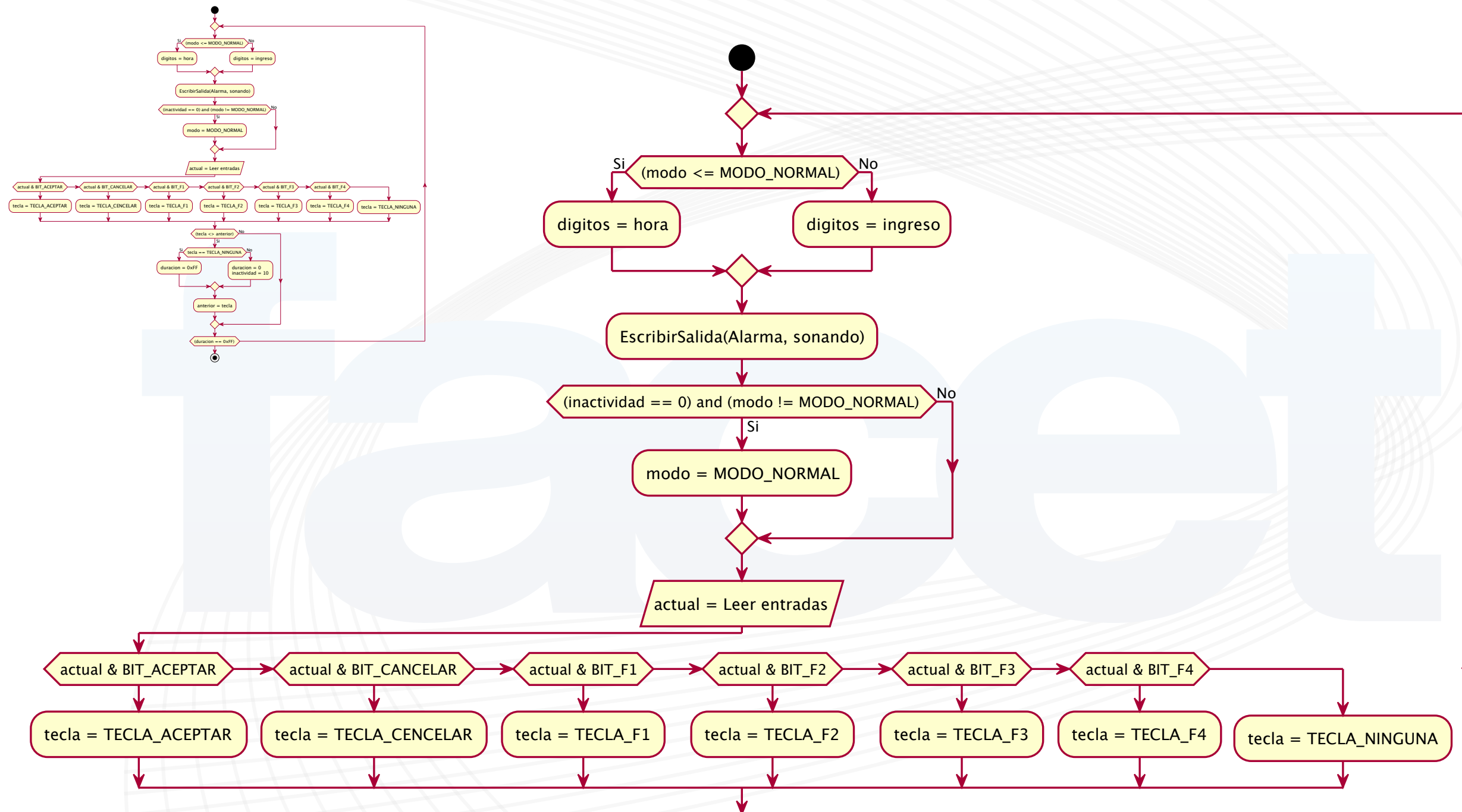
Etiqueta	Tamaño	Descripción
Modo	1 Byte	Modo de funcionamiento actual del reloj
Refresco	1 Byte	Ultimo dígito refrescado en la pantalla
Digitos	4 Bytes	Valores de los cuatro dígitos en pantalla
Divisor	2 Bytes	Cantidad de interrupciones desde en el ultimo segundo
Segundos	2 Bytes	Decenas y unidades de los segundos de la hora actual
Hora	4 Bytes	Hora y minutos de la hora actual del reloj
Alarma	4 Bytes	Hora y minutos a la que esta programada la alarma
Sonar	4 Bytes	Hora y minutos a los que debe sonar la alarma
Activa	1 Bytes	Bandera para indicar que la alarma esta activa
Sonando	1 Byte	Bandera par indicar que la alarma esta sonando
Ingreso	4 Bytes	Decenas y unidades ingresadas en el ajuste de hora o alarma
Tecla	1 Byte	Código de la tecla actualmente pulsada
Duración	1 Byte	Cuenta la duración de la pulsación de la tecla
Actuales	1 Byte	Valor actual de las entradas de teclado
Anterior	1 Byte	Valor de la ultima tecla leída
Inactividad	1 Byte	Cantidad de segundos sin actividad en las teclas

Rutina de inicialización del reloj

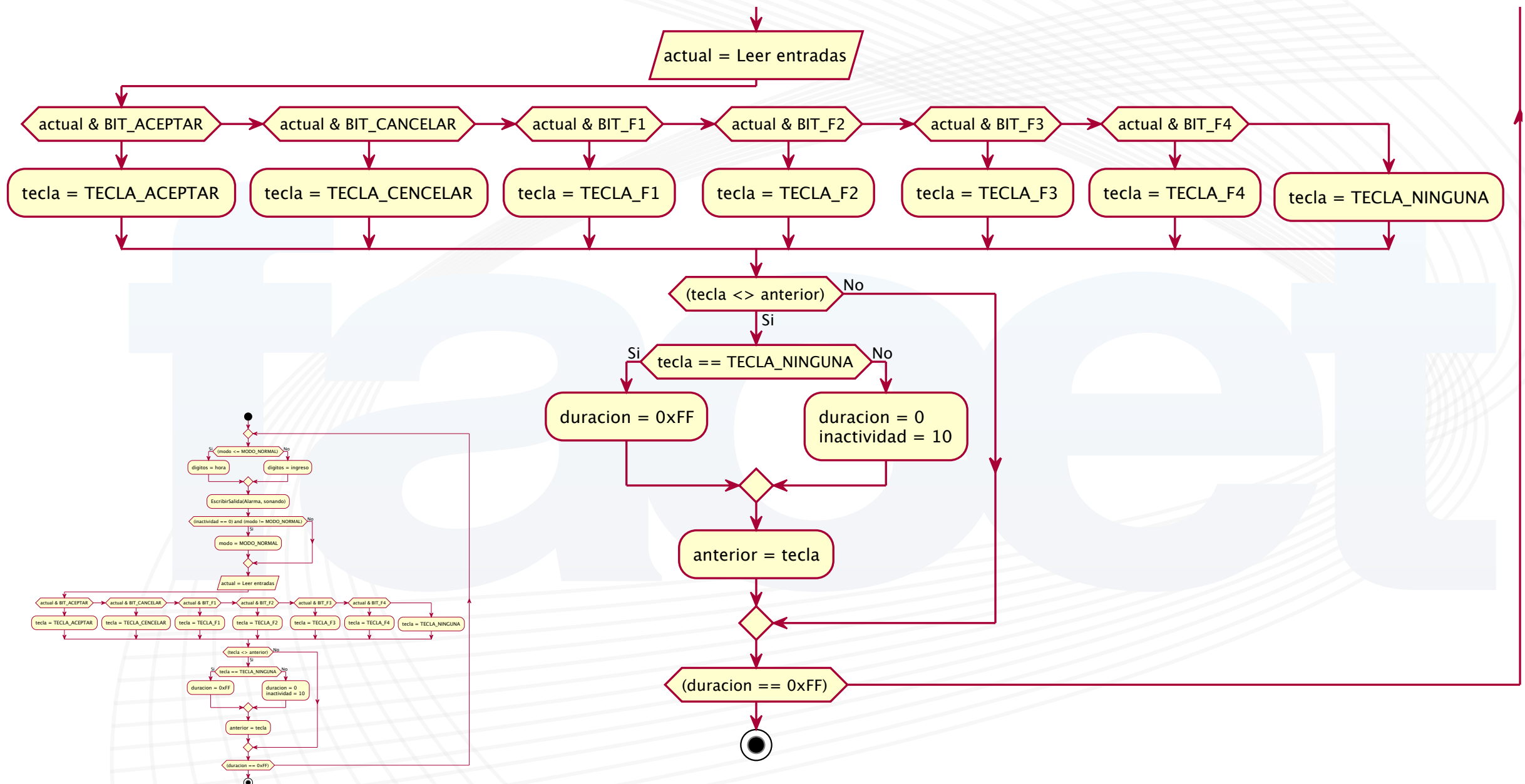
- ▶ Define los valores iniciales de las variables
- ▶ Configura las entradas y salidas digitales (GPIO) para las teclas, la pantalla y la alarma
- ▶ Configura un modulo interno para que genere interrupciones por tiempo cada 1 ms.



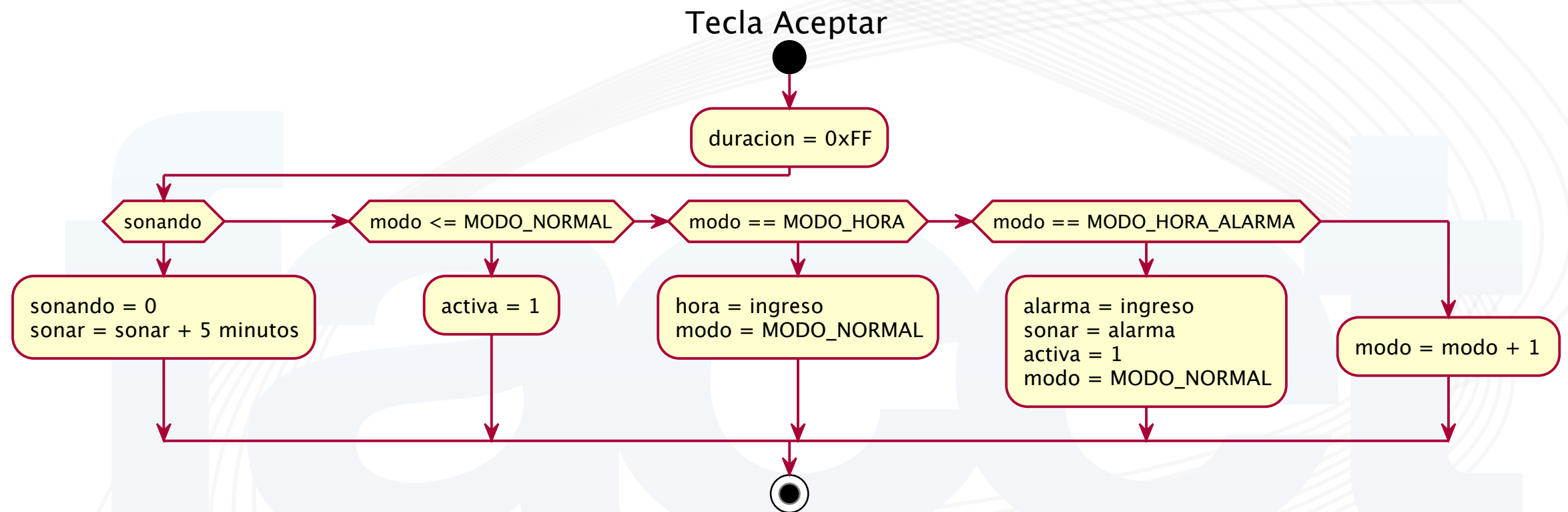
Rutina de actualizar pantalla



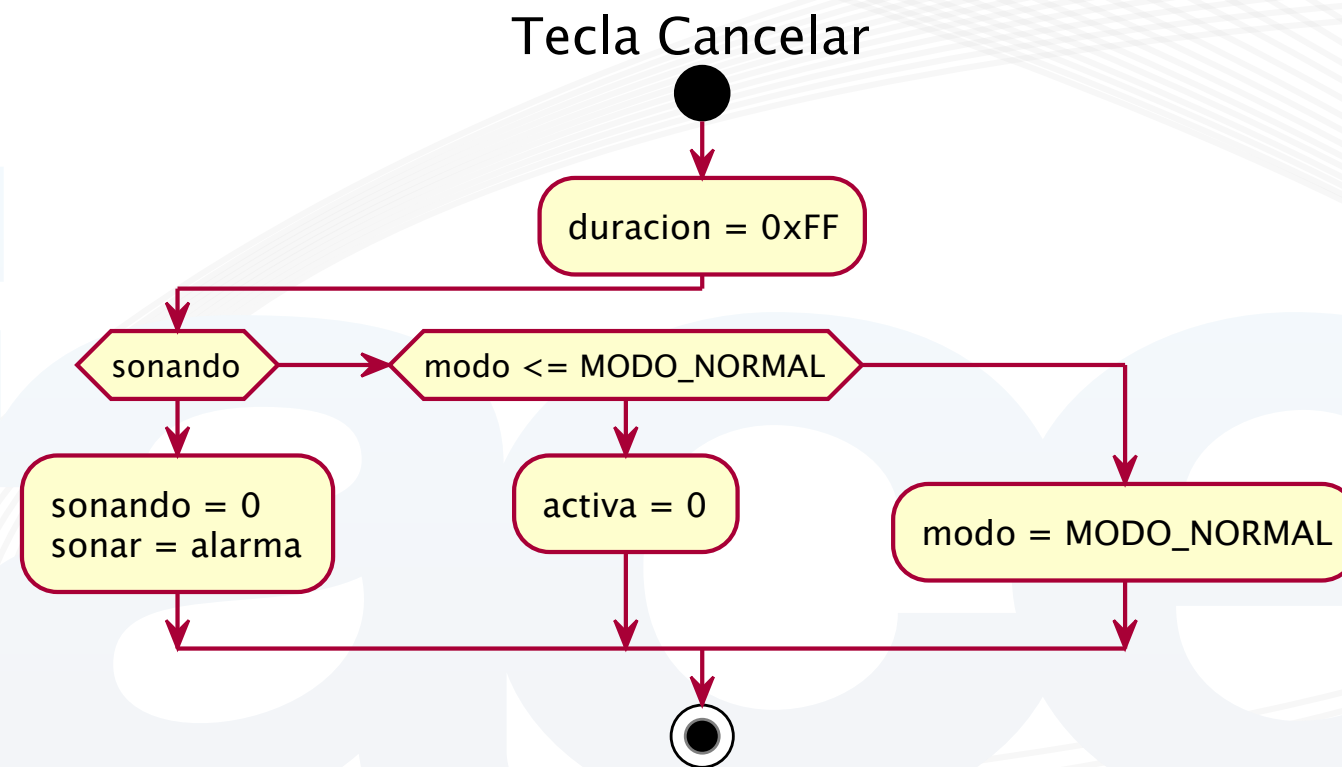
Rutina de actualizar pantalla



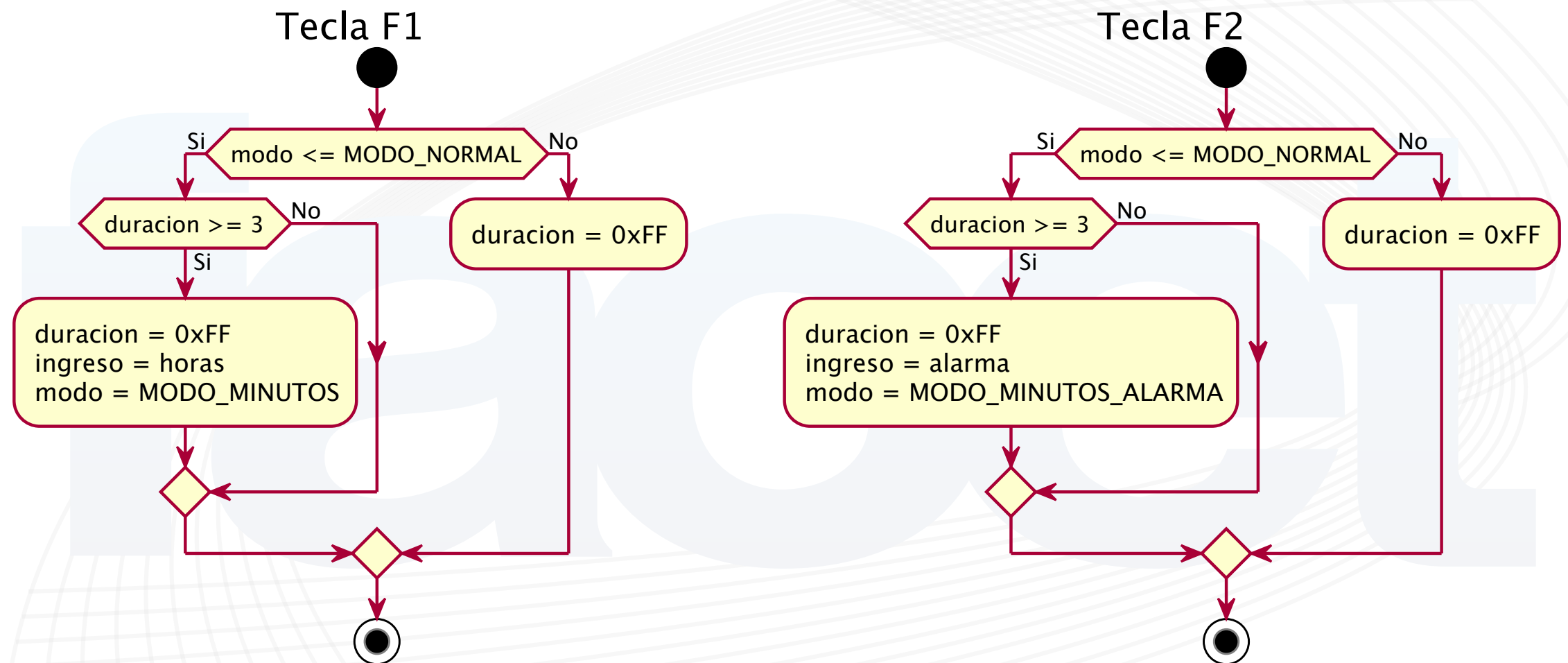
Rutina Tecla Aceptar



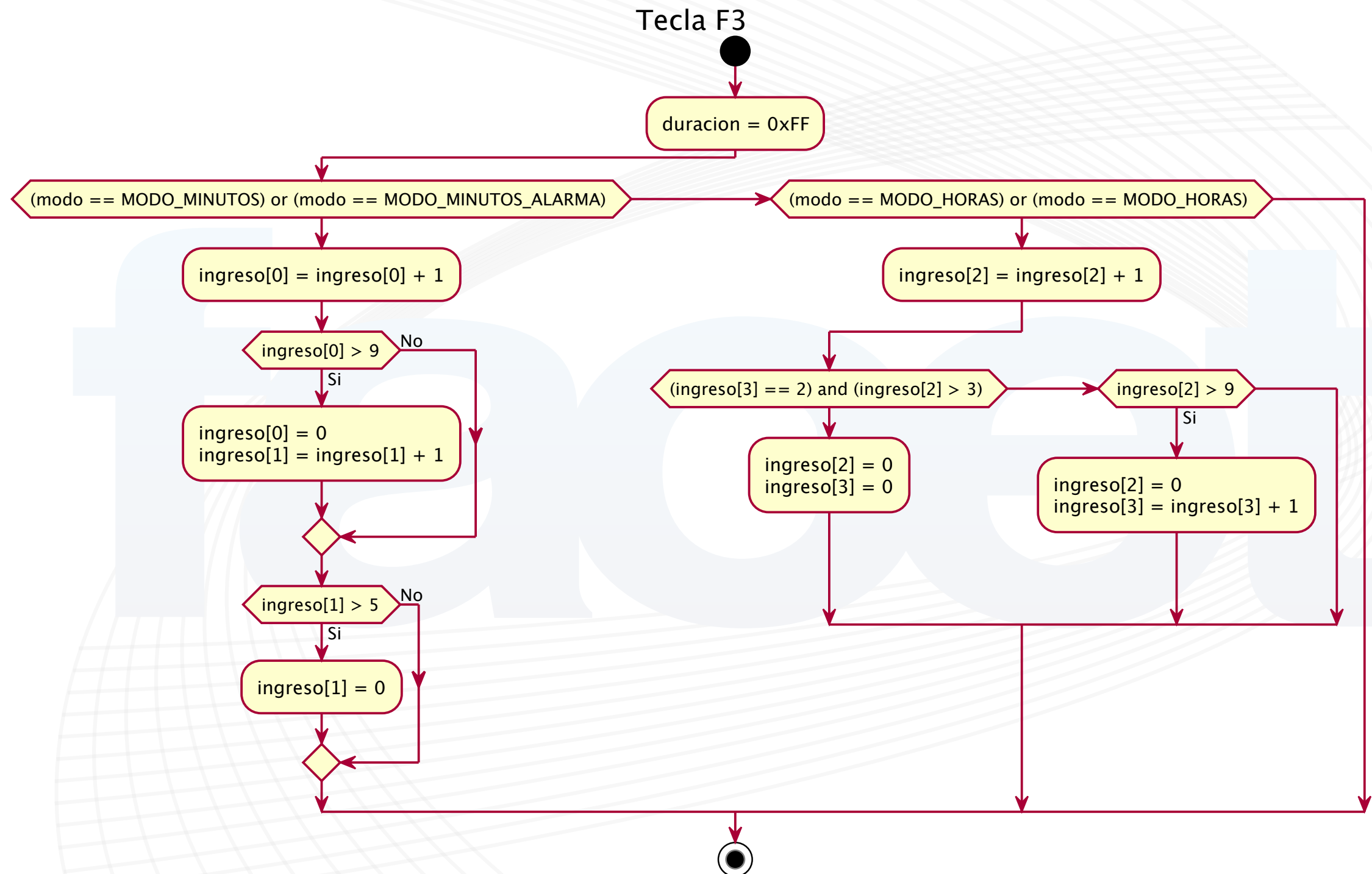
Rutina Tecla Cancelar



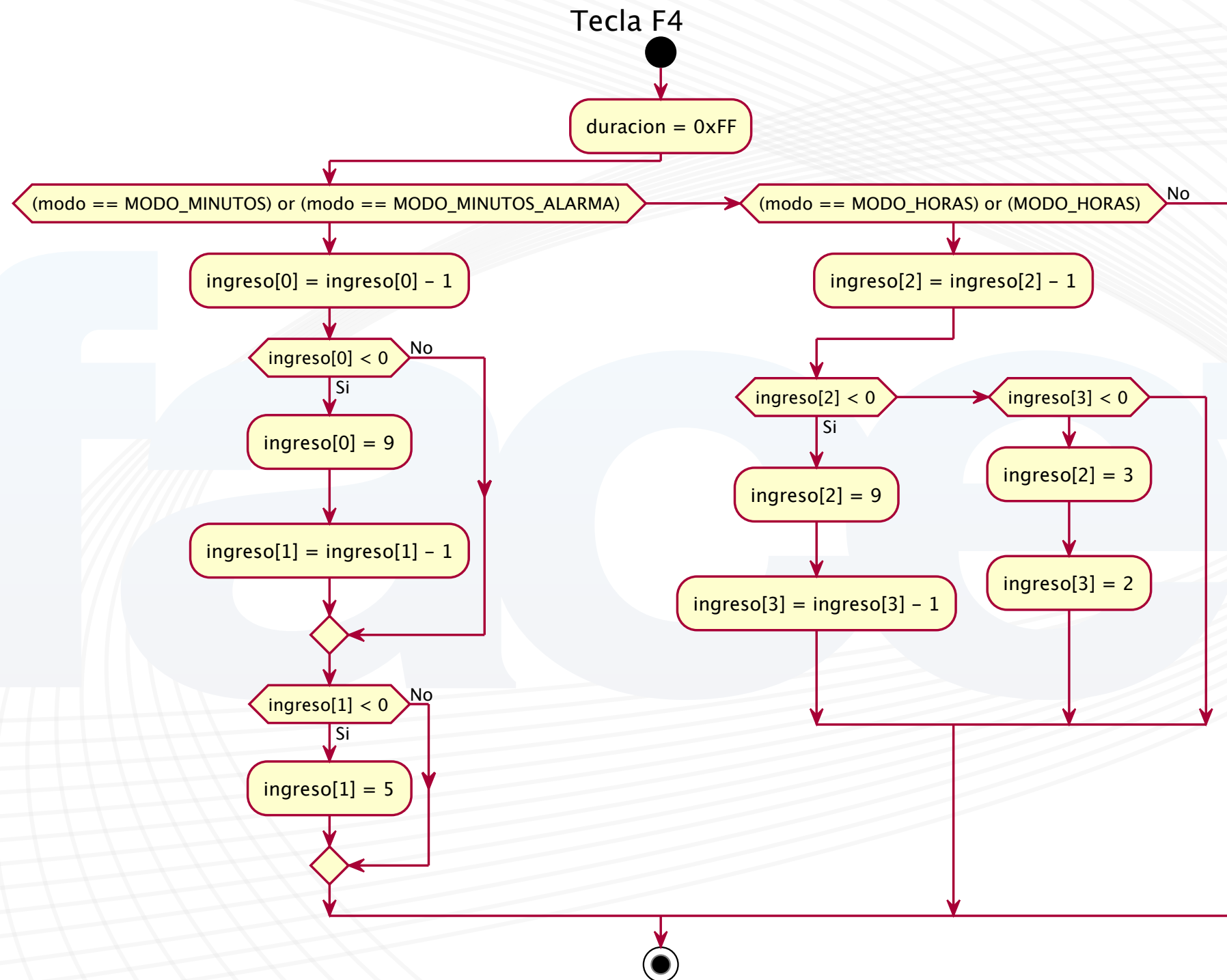
Rutinas Teclas F1 y F2



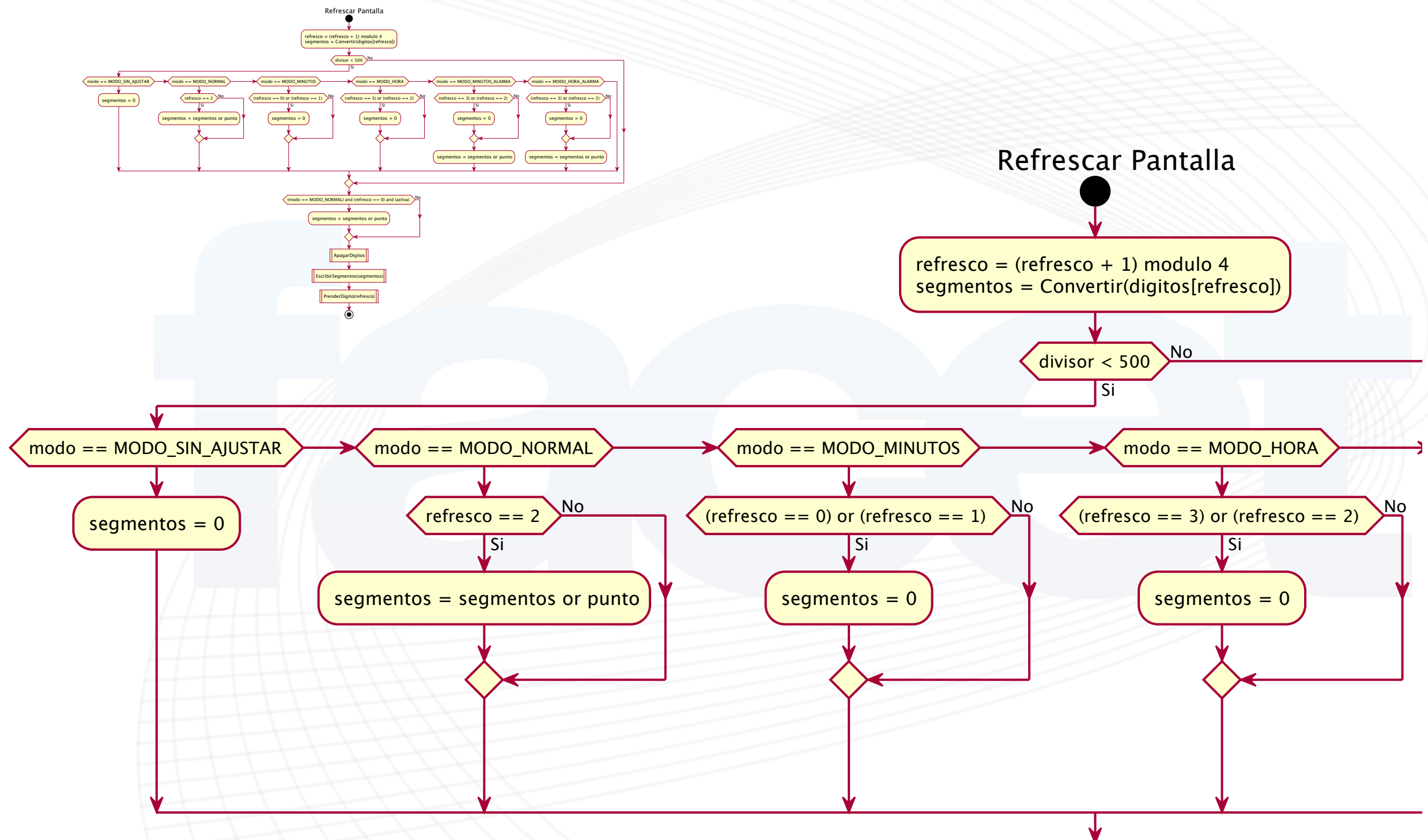
Rutina Tecla F3



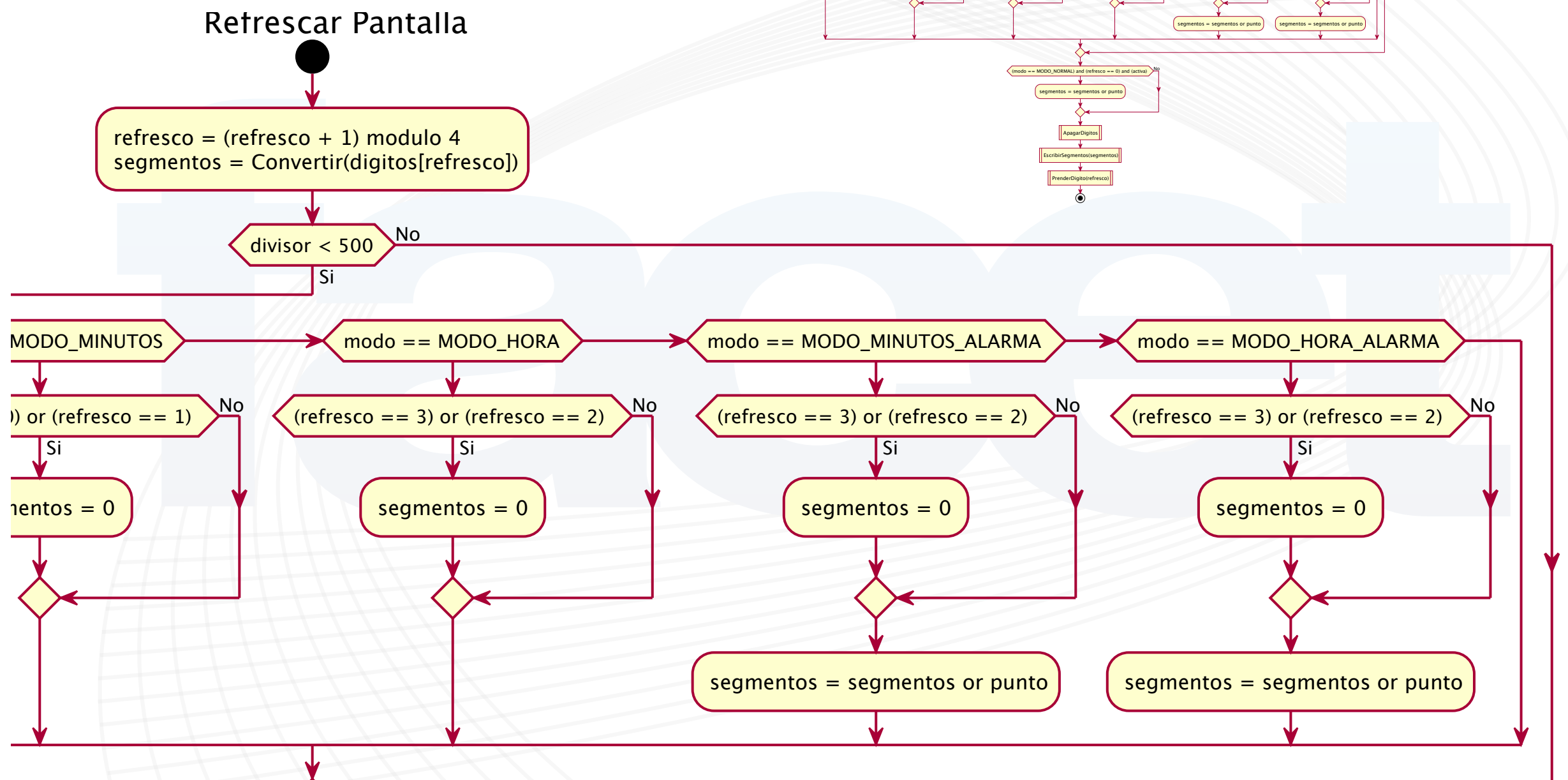
Rutina Tecla F4



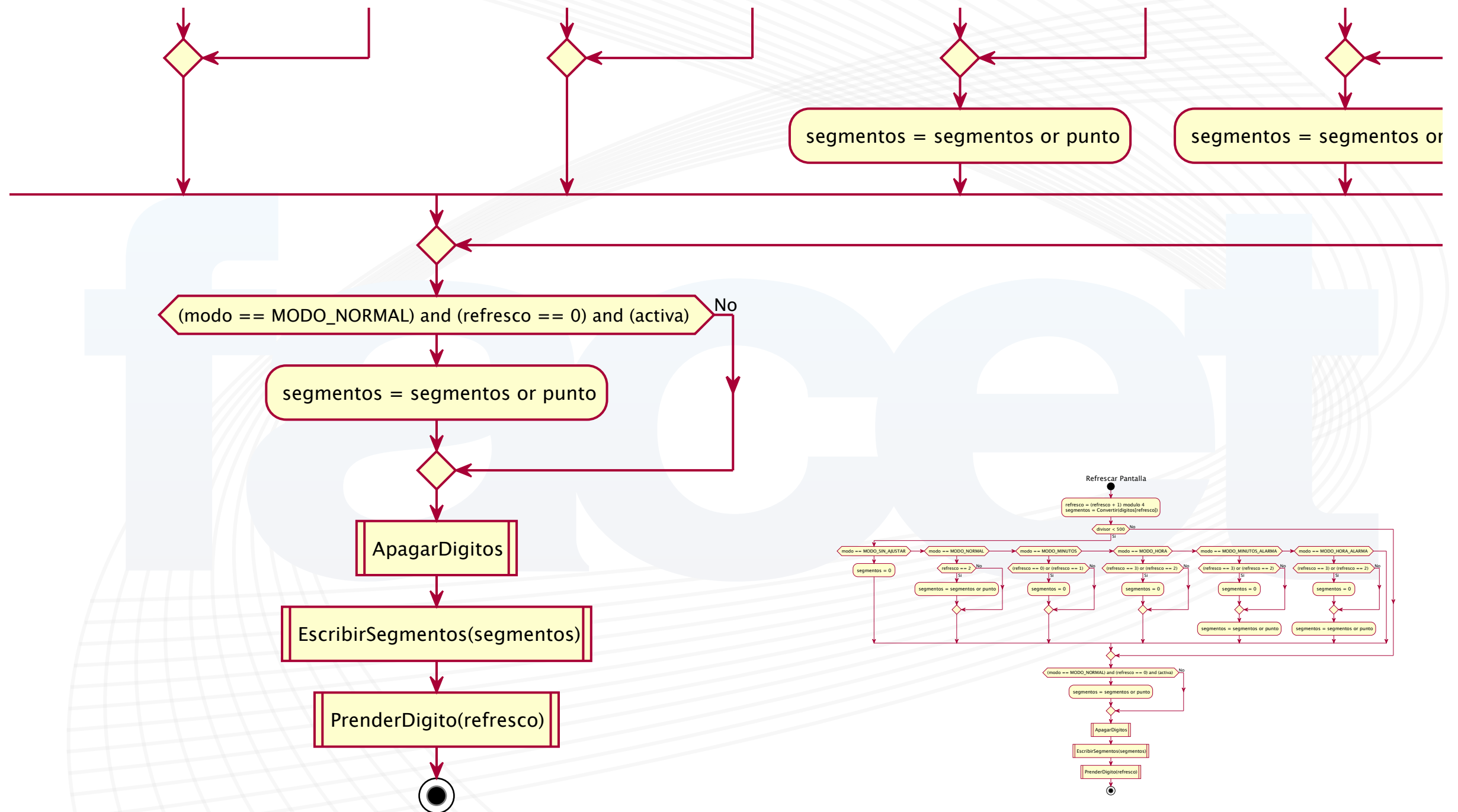
Rutina Refrescar Pantalla



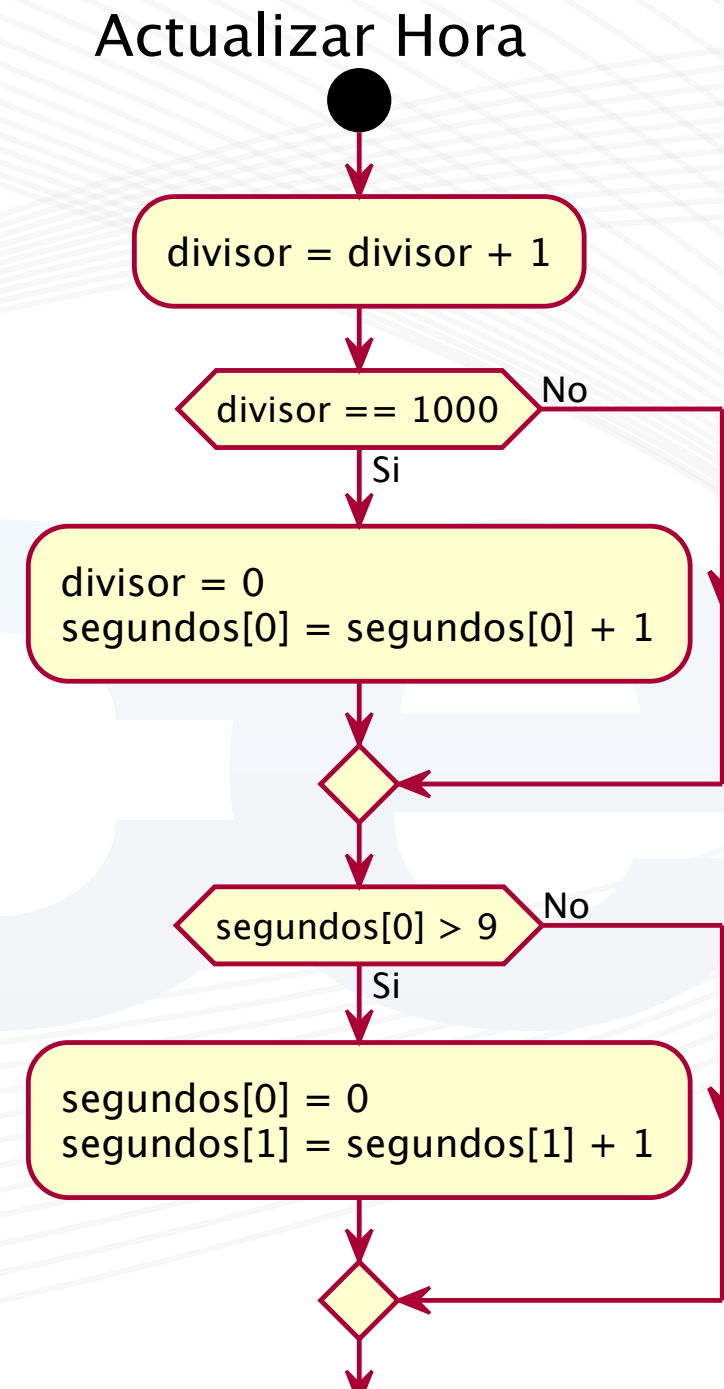
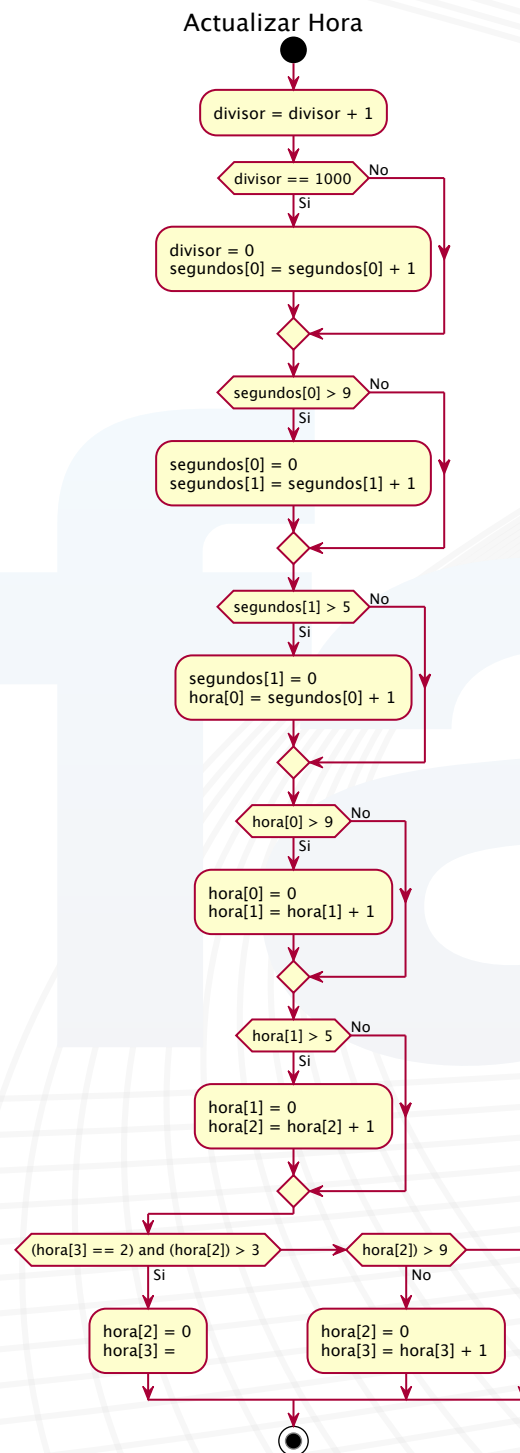
Rutina Refrescar Pantalla



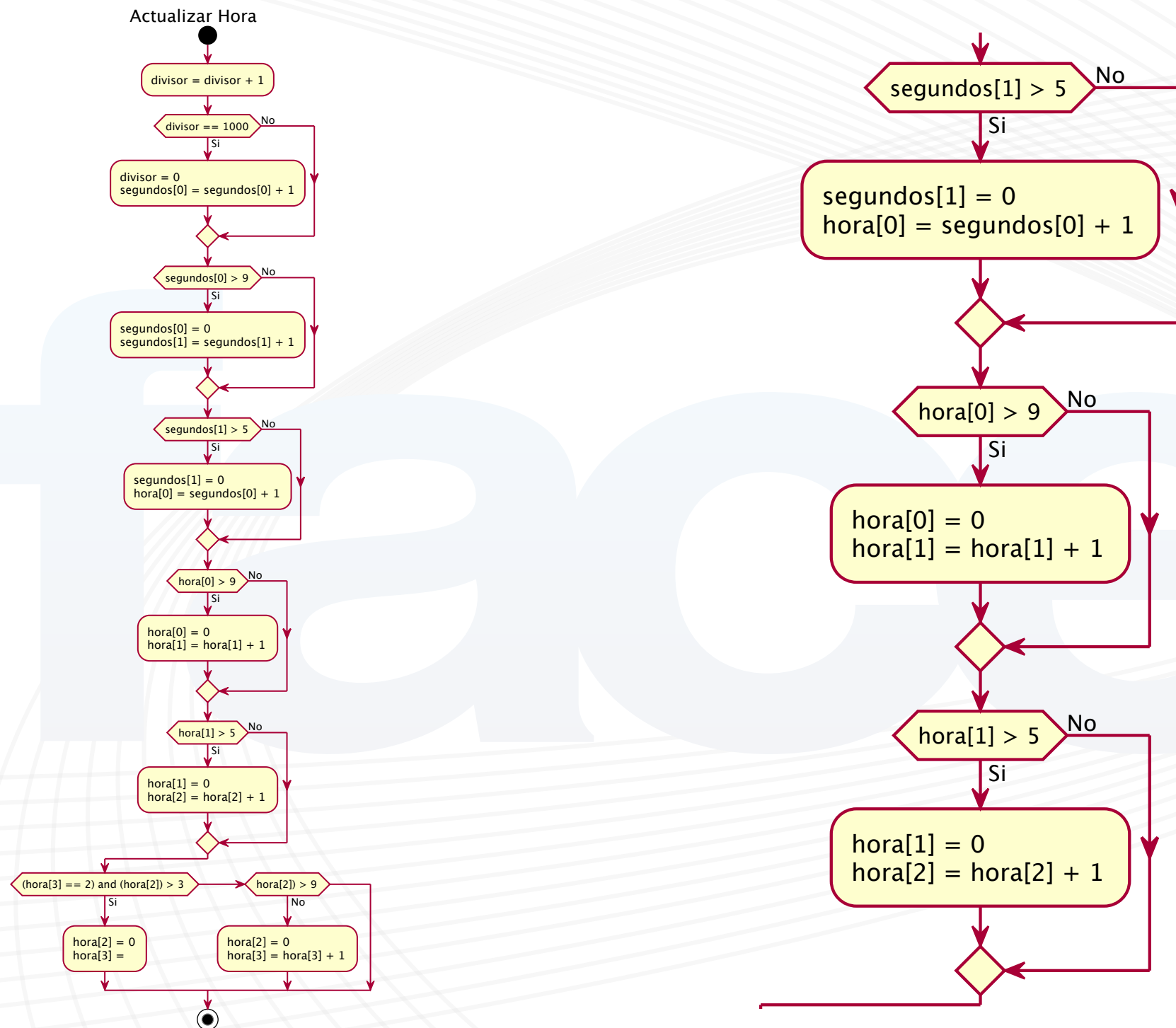
Rutina Refrescar Pantalla



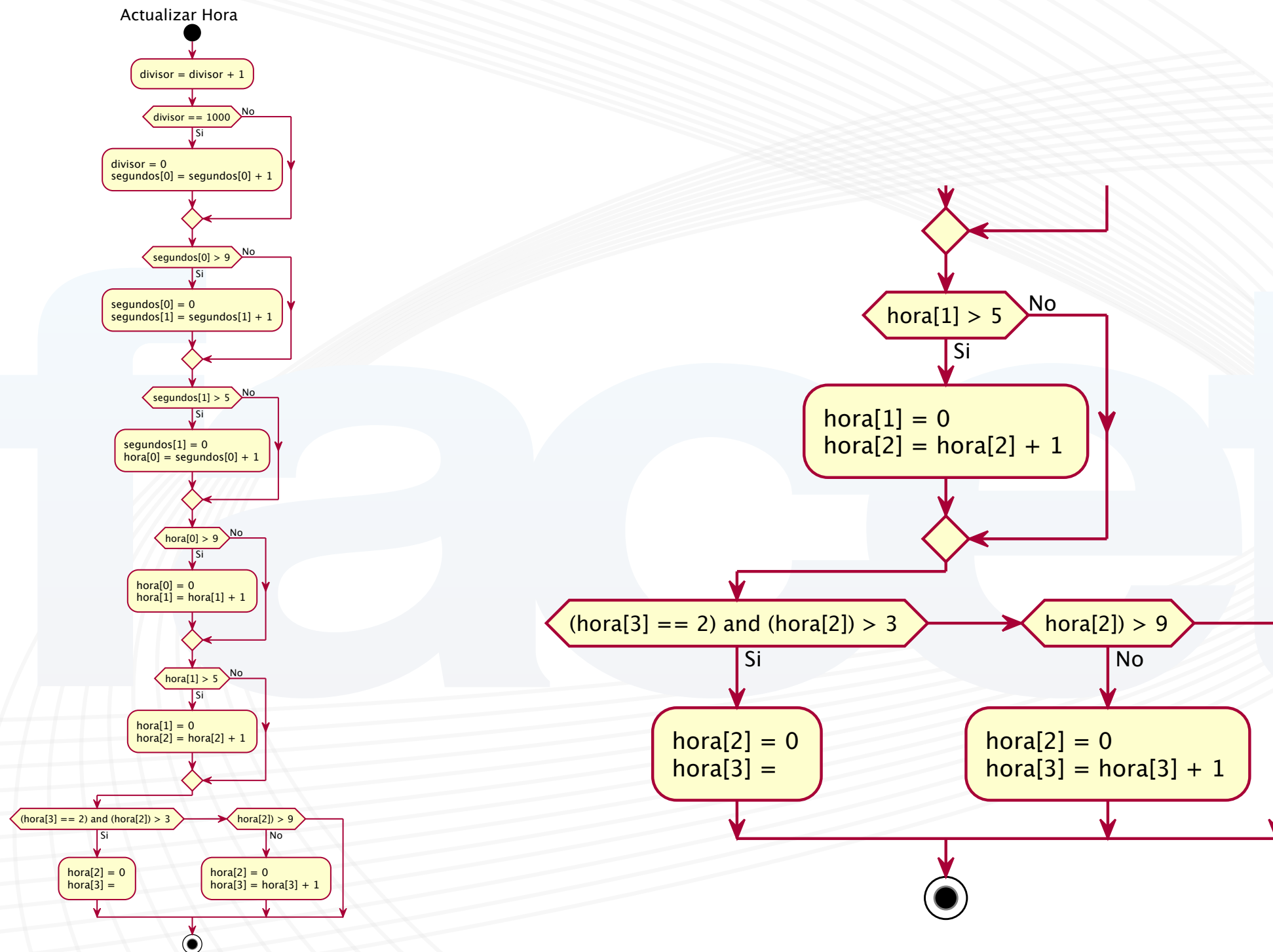
Rutina Actualizar Hora



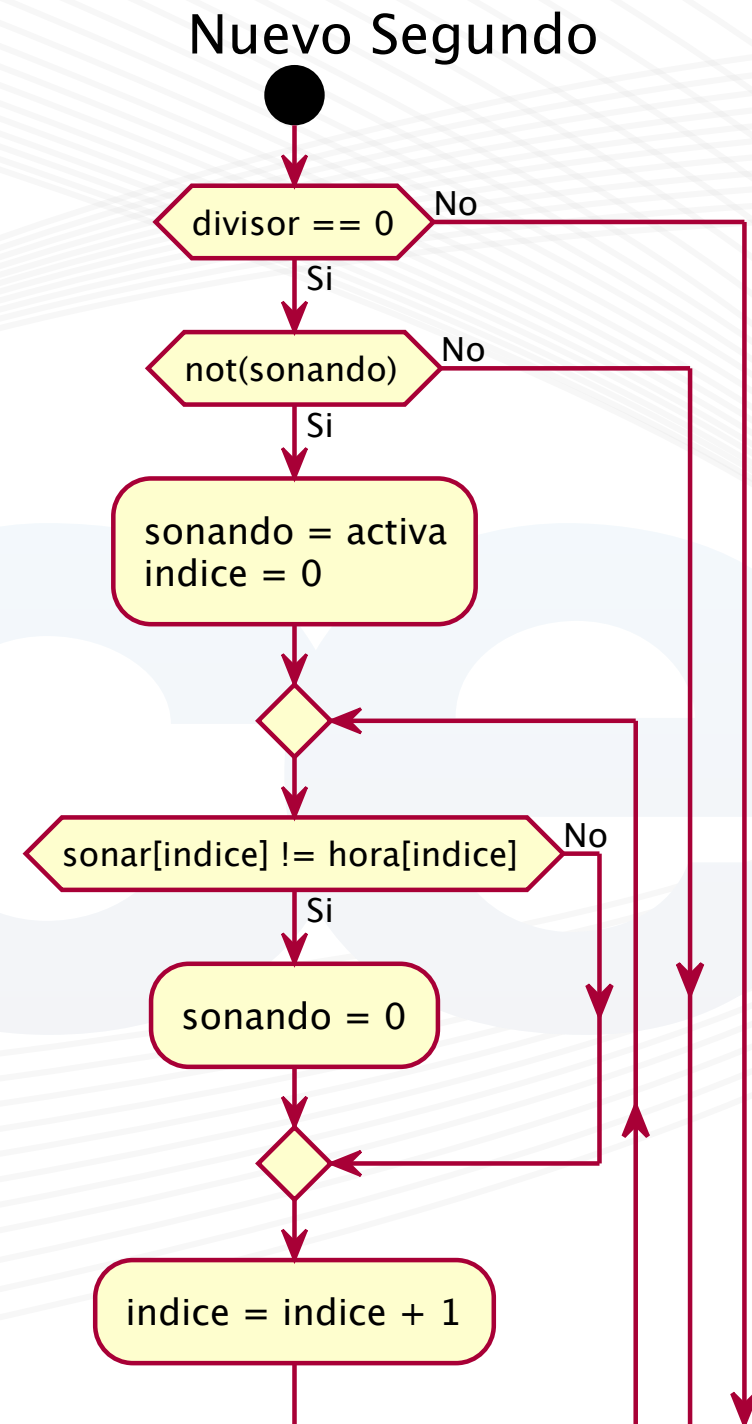
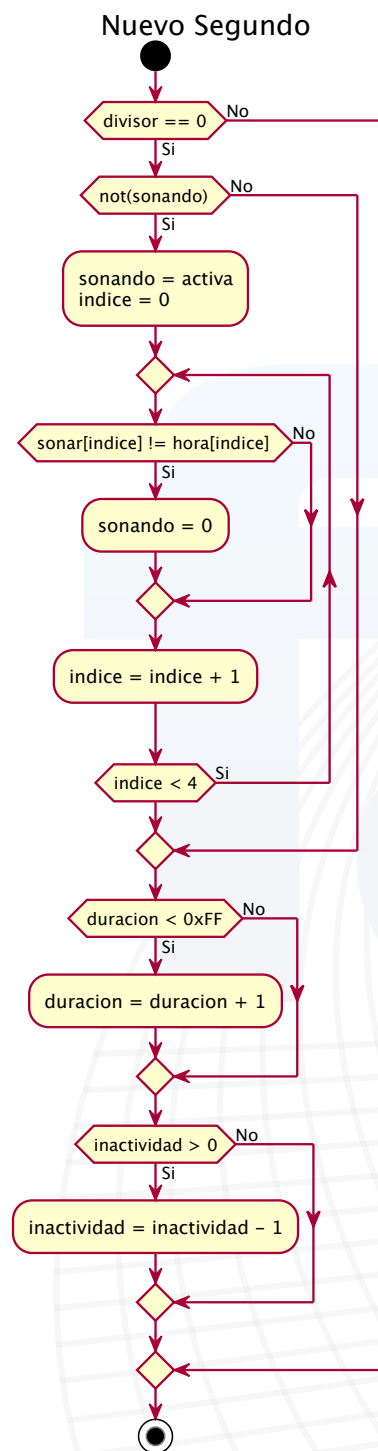
Rutina Actualizar Hora



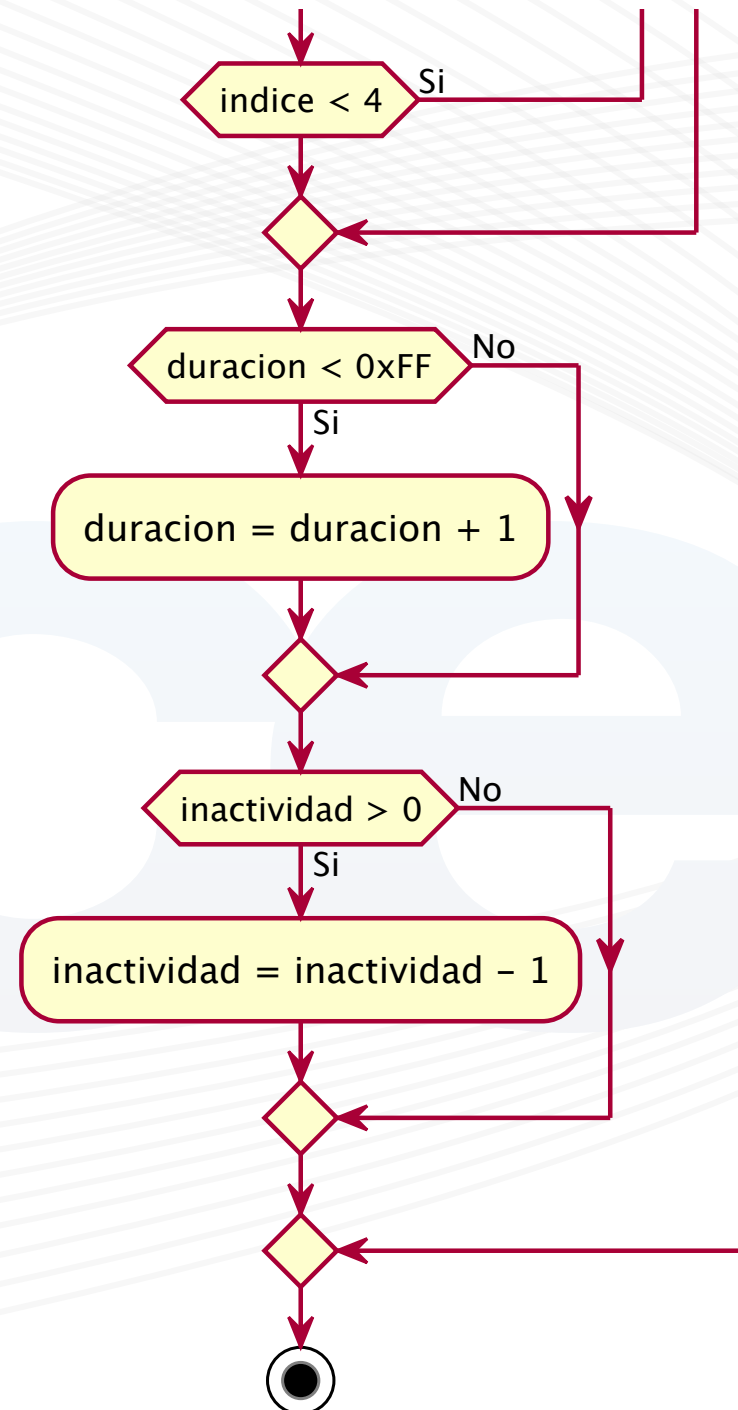
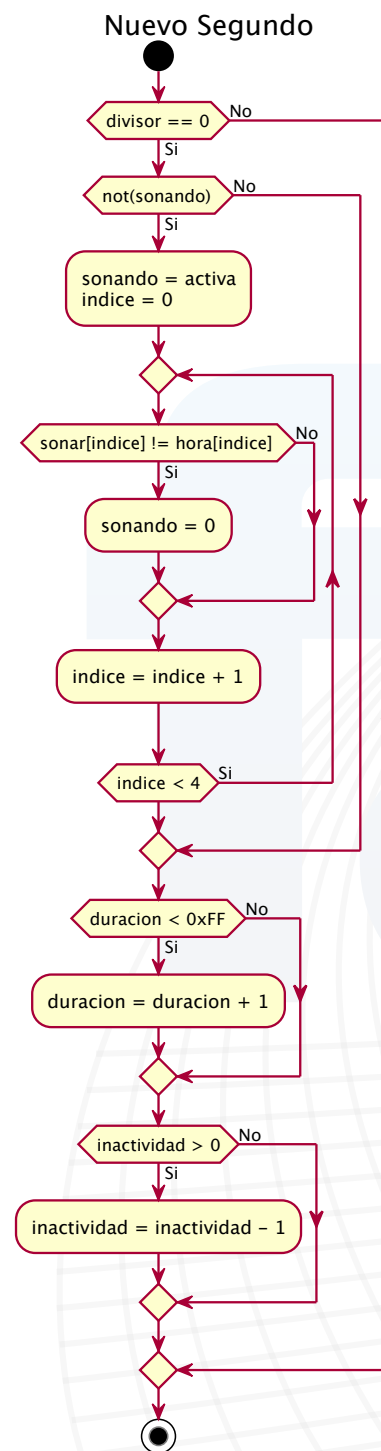
Rutina Actualizar Hora



Rutina Nuevo Segundo



Rutina Nuevo Segundo



Conclusiones

- ▶ Compartir los problemas es muy valioso
 - ▶ Se aprende de los problemas.
- ▶ Están en condiciones de:
 - ▶ Elegir un tema y sus especificaciones
 - ▶ Desarrollarlo hasta este nivel
- ▶ En el desarrollo específico de la materia
 - ▶ Podrán implementar a fondo Hw y Sw.
 - ▶ Ver si hay mejores alternativas (ej. E/S)