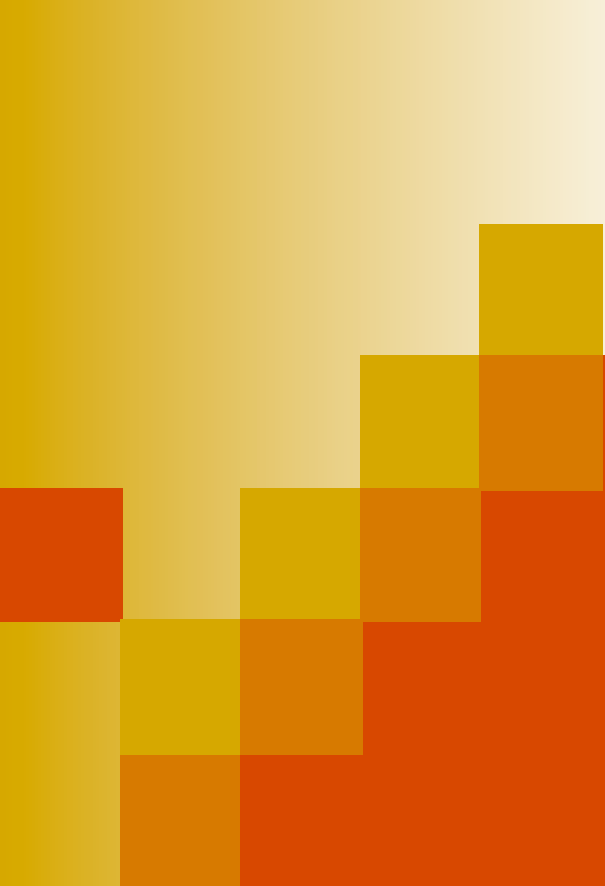




Sistema de Alarma Domiciliaria Herramientas de Descripción

Sistemas Embebidos Avanzados

Eduardo Daniel Cohen

dcohen@herrera.unt.edu.ar

[http://www.microprocesadores.unt.edu.ar/
embebidosavanzados](http://www.microprocesadores.unt.edu.ar/embebidosavanzados)



Objetivo

- Herramientas y Definiciones.
 - Simplificar la descripción del sistema
 - Y su síntesis.

Bibliografía

■ Bajar Artículo en inglés del sitio Web.

Cohen, E. D., Volentini, E. & Gruer P. (2016), “Modelling Embedded Applications: an orderly simplification of Finite State Automata”. CASE 2016.

Cohen E. D., Volentini E. y Gruer J.P., "Sistemas Embebidos: Simplificación de Descripción de Máquinas de Estado Finito", Revista de Ciencias Exactas y Tecnología – CET – de la FACET, UNT. 2017.

Descripción del Sistema

- Escondido en una buena descripción se encuentra la solución de su diseño.
- Expresar con total claridad y sin ambivalencias el comportamiento final del sistema a diseñar.
- “Se parte desde el final”.



Diagrama de Estados

1. Diagrama de estado con 3 estados generales, en un nivel alto de abstracción :
 - Inactivo
 - Desarmado
 - Armado
2. Perfeccionando el modelo es necesario agregar:
 - Armado Presente
 - Armado Ausente
 - Armado Presente Forzado
 - Armado Ausente Forzado
 - Armado Temporario (retardo de algunos sensores por tiempo fijo)
 - Desarmado Temporario (retardo algunos sensores por tiempo fijo).

Diagrama de Estado Completo

- Considerando ingreso de claves entre estados (Panel Remoto)
 - Secuencia de 6 estados intermedios adicionales.
- “Secuencias” de estados.
 - **Induce pensamiento secuencial, propenso a errores.**
 - **Es necesario considerar todas las entradas y reacciones del sistema en cada estado!!**
- Mayor profundización de detalles
 - aumenta la cantidad de estados.
- Resulta: Diagrama engorroso → Ininteligible e inmanejable
- Solución: Herramientas de Simplificación.

Repaso: Diagramas de Mealy

- Una entrada al Sistema puede generar
 - Un cambio de estado = reacción interna.
 - Una salida = reacción externa.
- Un estado distinto se caracteriza por
 - Distinta percepción de las entradas
 - Algunas no producen reacción “no se ven”.
 - Distinta reacción a las entradas.
- Ejemplo: hacer diagrama sist. alarmas

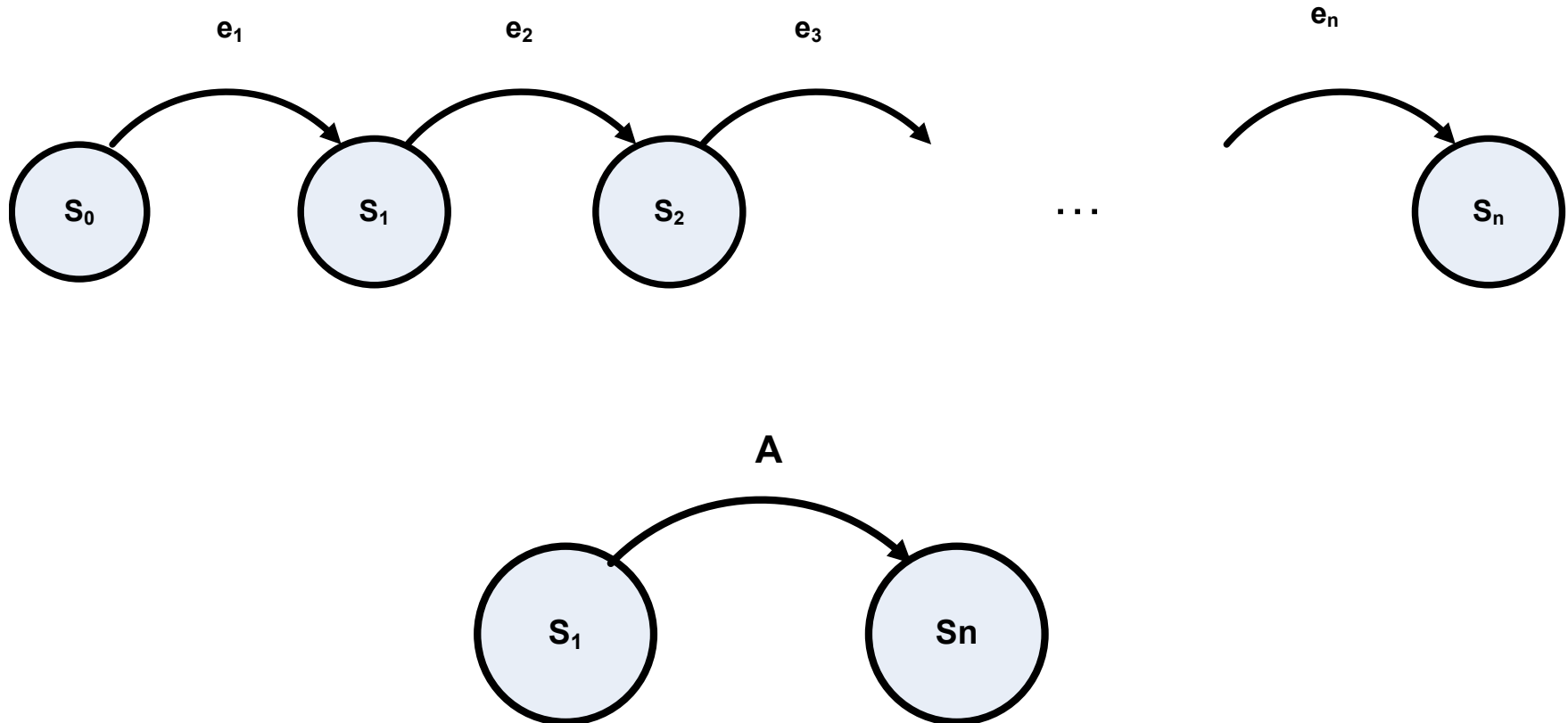
Definiciones

- **Estímulo:** todo cambio en una entrada al sistema que produzca una reacción en el mismo.
- Ejemplo sistema de alarmas:
 - Un sensor de intrusión que se activa es un estímulo.
 - Si el sistema está en estado ARMADO.
 - Un sensor que se desactiva no lo es.
 - Depende del estado en que se encuentra el sistema.

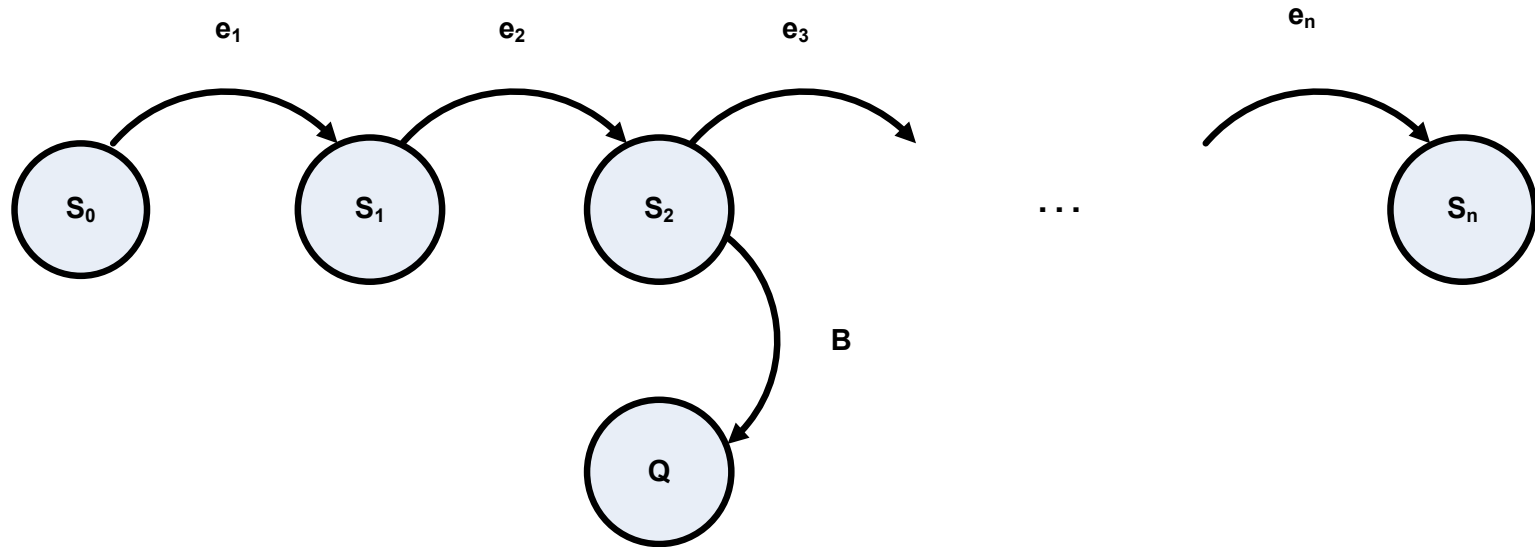
Definiciones

- **Actividad:** secuencia de estímulos que permiten una transición entre un estado inicial a otro final.
 - Termina en una posible reacción externa única.
 - Puede pasar a otro estado.
 - O producir un autolazo.
- Una actividad puede contener estados
 - El sistema solo pasa por ellos
 - No permanece largo tiempo.
 - Son estados transitorios.
 - Muchas veces no se definen bien...

Simplificación por Actividad.

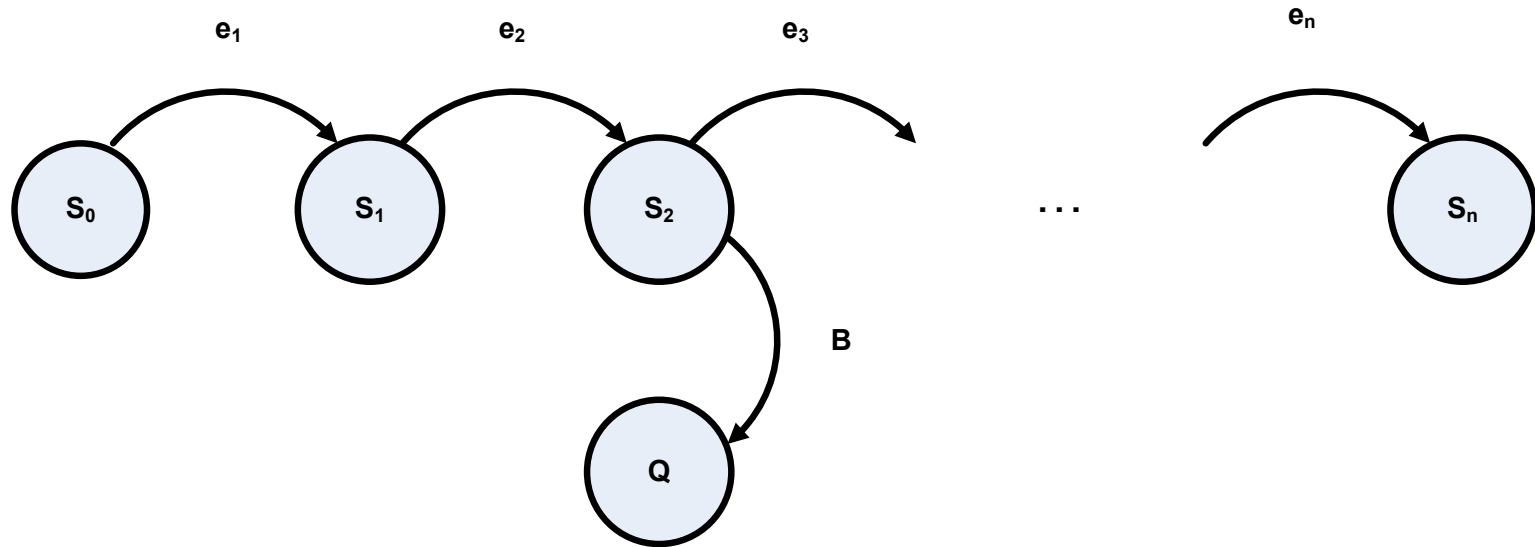


Actividad No Exclusiva, A.



- Existe al menos un estado intermedio, desde el cual puede aceptarse:
 - Un estímulo no perteneciente a la Actividad A.
 - Una actividad Distinta, B.

Interacción entre Actividades



- **B reemplaza a la actividad A si:**
 - Para llegar a S_n es necesario volver a pasar por todos los estados desde S_0 .
 - Se dice que **B aborta a A**.
- Caso contrario **B es coexistente con A**.
- Si ninguna actividad puede iniciarse mientras esté A, entonces **A es exclusiva**.
- Si B no puede iniciarse con A activa, **A es prioritaria respecto a B**.

Aclaraciones

- A veces una actividad puede pasar por un estado y continuar
 - Produce un cambio de estado, pero no termina todavía.
 - Podría no mostrarse ese estado. Se obtiene un diagrama más sencillo.
- Ej. Desarmado Remoto.
 - Debe ser no-exclusiva.
 - Sino cuando se ingresa una clave, el sistema no responde a una intrusión.
 - La actividad “intrusión” aborta a Desarmado remoto.

Percepción del Sistema

- En un estado el sistema percibe algunos estímulos y en otros no.
- Es como si en distintos estados, el sistema cambiara la visión del mundo externo.
- Se puede cambiar esta visión enmascarando entradas.
- Mediante una matriz de enmascaramiento a señales de entrada.
- Es otra forma de cambiar la percepción del sistema.
- Entonces algunos estados podrían no hacer falta – simplificando el diagrama.



Quiz 1

- No olviden enviar vuestra calificación.

Repasando

- Matriz de Estado: ME
- Matriz de Entradas que cambian: MC.
- Matriz de Transición: MT (flancos)
- Matriz de Percepción: MP
 - '1' en cada variable a percibir.
 - '0' caso contrario.
- Matriz de Transición Percibida
 - $MTP = MT \text{ AND } MP$.
- Nueva Matriz de Estado
 - $ME_t = ME_{t-1} \text{ XOR } MC$.

Unificación de Estados

- Sea un conjunto S de estados, tales que:
 - Frente a idéntico estímulo “percibido” se produce igual salida del sistema.
 - Un mismo estímulo aplicado a estados distintos de S solo pueden llevar al sistema a un único estado E externo a S .
- Entonces los estados de S se pueden unificar en un único estado global
 - considerando que las actividades que lleven a ellos produzcan una percepción diferencial de estímulos.
 - La percepción de estímulos se puede manejar por
 - Matriz de percepción con cada actividad.
 - Cambiar la matriz es cambiar la percepción.

Corolario

Una actividad que conduzca a S termina en un estímulo que conduce a S , y por lo tanto es válido para actividades.

Demostración

Al unificar los estados de S en un único estado U , las transiciones entre ellos son

a. autolazos en U , equivale a transiciones entre estados de S .

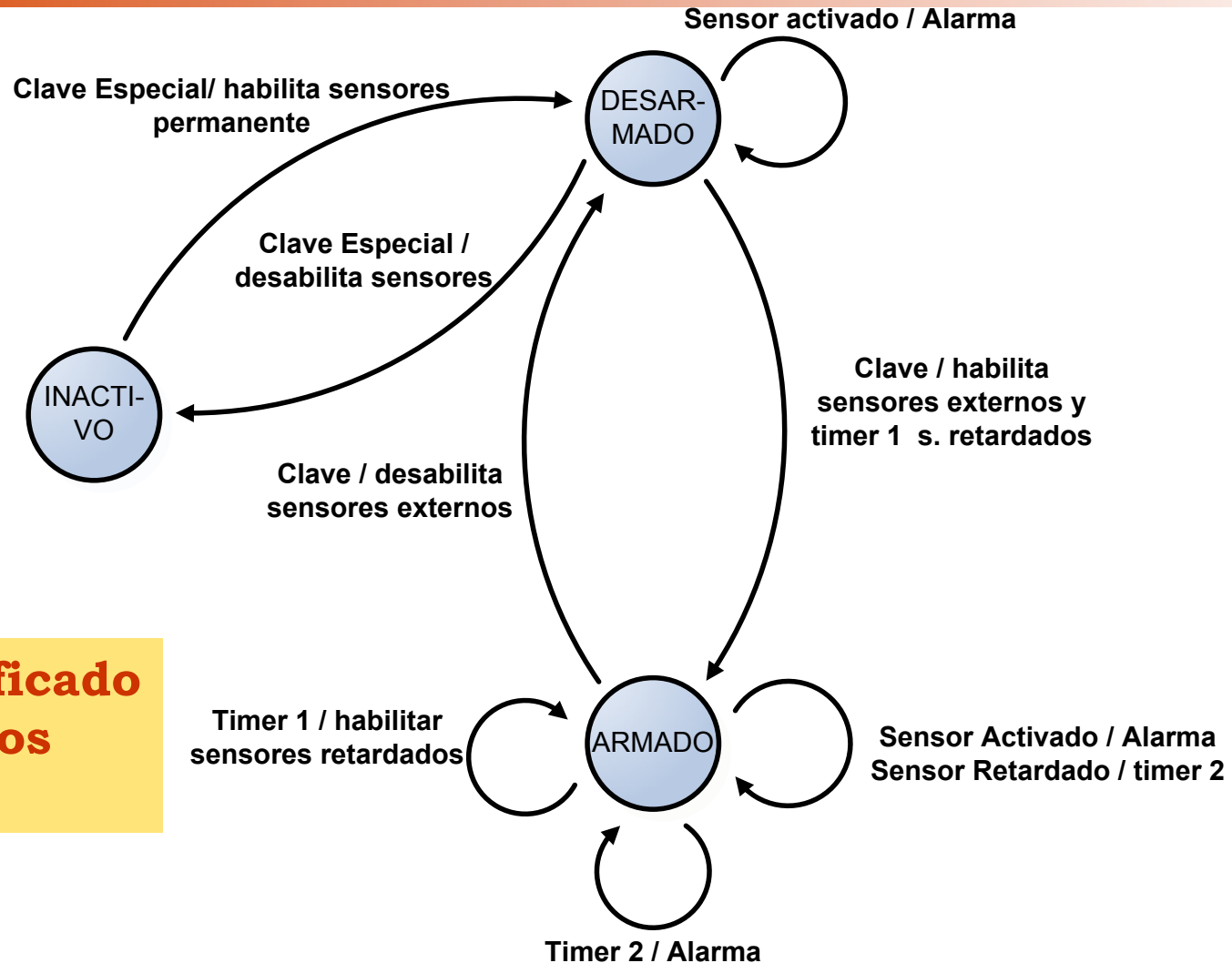
b. Salidas a estado externo.

Cualquier estímulo dado que provoque una transición de salida a un estado externo, E , desde cualquier estado de S produce, por definición, idéntica reacción, y por lo tanto una única transición desde el único estado U que lo reemplaza.

Demostración (cont)

- c. Transiciones de Entrada a cualquier estado de S , provenientes de X , originadas por el mismo estímulo, se reemplazan por una única transición de entrada a U . Las siguientes reacciones serán idénticas, de acuerdo a los puntos anteriores.

Ejemplo: Sistema de Alarmas



**Ej. Simplificado
Probar otros
modos.**

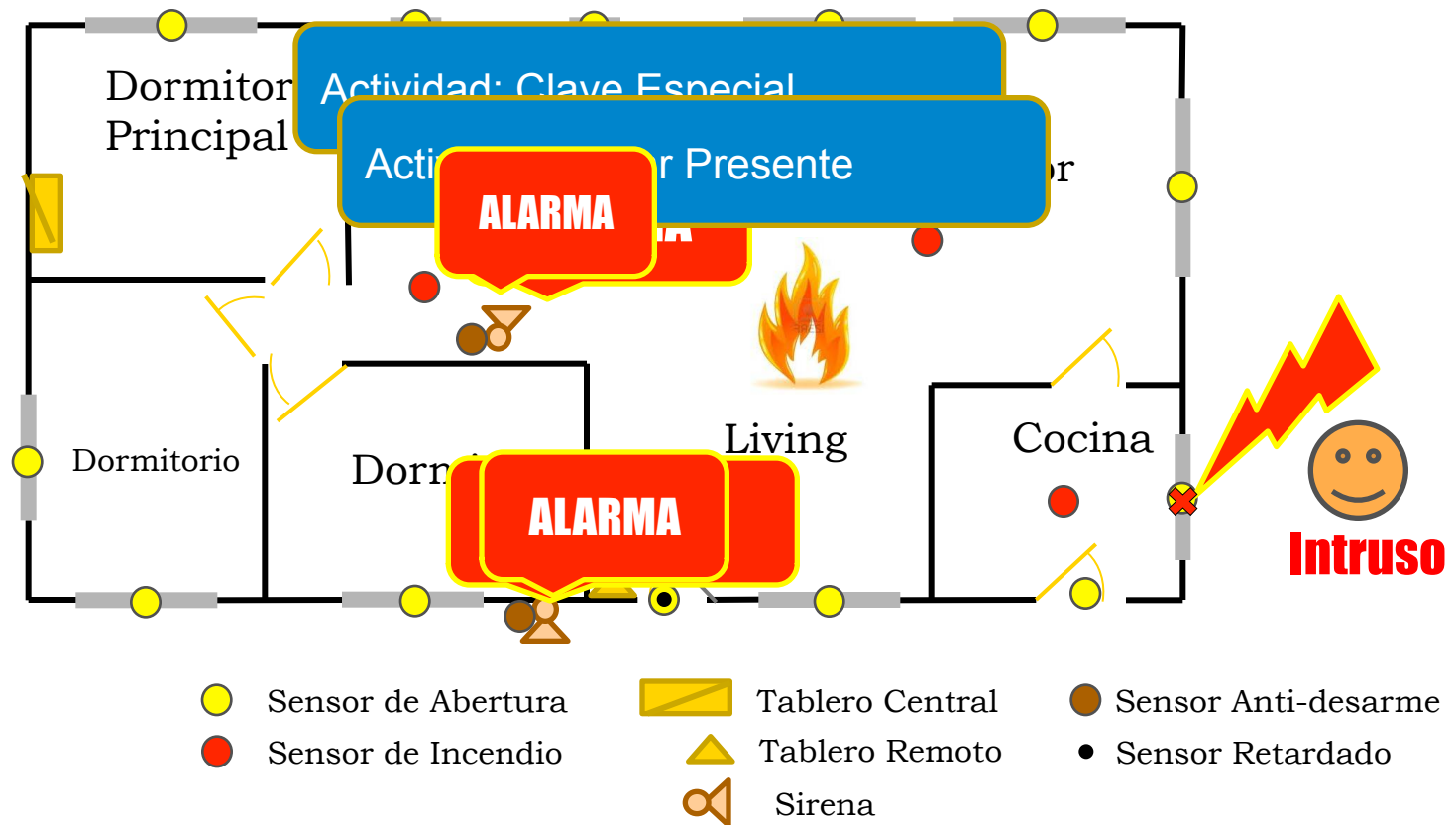
Observaciones

- Observando el Diagrama “no simplificado”
- De todos los estados se retorna a “Desarmado”
 - Con la misma actividad = Clave.
- Los distintos estados “armados” tienen idéntica reacción a los estímulos (suena la sirena si son sensores, timers, etc.).
- Difieren únicamente en la percepción de estímulos.
- Los unificamos en un único estado, cada actividad de llegada crea una percepción “diferencial” de estímulos.

Observaciones (cont)

- No es un diagrama simplificado completo.
- Hay actividades distintas que llevan a él.
 - Armado Presente / Forzado / Ausente...
- Se agrupan como una única con variantes.
- Algunos autolazos en S2 pueden verse como continuación de las actividades que llevan a él.

El Sistema y su Percepción.



En Síntesis

- Gran simplificación de la descripción
- Conceptos.
 - Diagrama Simplificado de Estados.
 - Percepción diferencial de estímulos.
 - Matriz de Percepción.
 - Actividades
 - Exclusivas
 - Estímulo Único.
 - Múltiples Estímulos.
 - Coexistentes.
 - Independientes o no.
- Actividad → Hilo de Proceso.
- La actividad engloba la reacción externa.



Ventajas

- Abstrae el detalle del diagrama.
- Actividades y sus interacciones se definen en un paso posterior.
- Simple: menos propenso a errores.

Actividades Coexistentes

- Comportamiento previsible ante
 - Cualquier actividad coexistentes.
- Por ejemplo:
 - Alguien está ingresando una clave.
 - Otro usuario testea leds (P.Central).
- Puede ocurrir que
 - El usuario que teclea claves vea todos los leds del tablero remoto prendidos!!!
- Herramientas para no olvidar nada.

Tabla de Numeración de Estados.

ESTADO	NOMBRE
1	Inactivo
2	Desarmado
3	Armado

Tabla de Transición de Estados

E	P.E	Actividad	REACCION
1	2	CLAV. ESP	Habilitar sens Fuego y Anti-Desarme
2	1	CLAV ESP	Inhabilitar s. Fuego y Anti-Desarme
2	3	CLAVE	Armar Ausente (forzado o no).
2	3	ARMAR-P	Armar presente.
2	3	FORZAR-P	Armar presente forzado.
3	2	CLAVE	Desarmar todos los modos e inhabilitar todos los sensores no permanentes..
X	X	ESTADO	Leds S. Activos habilitados/ No mostrar
X	X	U-ESTADO	Mostrar estímulos sensores en último período armado / No mostrar
X	X	PRUEBA	Prender/apagar todos los leds.
X	X	SIRENAS	Sirena1/Sirena2/Silencio
X	X	SENSOR	Si timer o no retardado disparar alarma else timer.

X: En cualquier estado en que se perciba la Actividad

Interacción entre Actividades.

- Independientes y **C**oexistentes (IC).
- **D**ependientes y **C**oexistentes (DC).
- Una actividad aborta y **R**emplaza a la otra (R).
- Una actividad se reemplaza a sí misma por la que figura después de la **B**arra en descripción de la misma (B). Por ejemplo la tecla alarma enciende la alarma1, al repetir cancela la alarma1 y enciende la 2 y así sucesivamente.
Alarma1 / Alarma2 / Apaga.
- Una actividad **N**o puede realizarse mientras la otra esté activa (N).

Estados de una Tarea

Estado	Significado
Run	Ejecutando
Wait	Espera un tiempo
Sleep	Espera un estímulo

Tabla de Interacción

Actividad	Estado	Clave/ Esp.	Sirena sensor	Prueba Sirena	Prueba	Estado	U-Estado
Clave/ Especial	X	R	IC	N	N	IC	N
Sirena Sensor	X	IC	R	R	R	R	R
armar-c	X	R	N	R	R	R	R
forzar-c	X	R	N	R	R	R	R
Estado	X	IC	IC	IC	R	B	R
U-Estado	X	IC	IC	IC	R	R	B
Prueba	X	R	N	R	B	R	R
Prueba SIRENA	X	R	N	B	R	R	R

Actividad Sensores

- Sensor Permanente (Fuego...)
 - Suena la Sirena en forma permanente
 - Solo se apaga con clave especial desde S2.
- Sensor Intrusión Normal.
 - Suena la Sirena un tiempo dado (20')
 - Se rearma.

Sensores Retardados

- Sensor Intrusión Retardado.
 - El primer sensor solo dispara un timer.
 - Caso 1: Antes de finalizar timer
 - Otro sensor retardado solo se registra.
 - Caso 2: Al finalizar el timer.
 - Suena alarma.
 - Todo nuevo sensor retardado es tratado como normal
 - Caso 3: Sensor intrusión normal durante el timer.
 - Todo nuevo sensor retardado es tratado como normal.
 - Abortar el timer.
 - Suena Alarma
 - En todos los casos al disparar sirena se registra el sensor en U-Estado

Interacción entre Sensores

	Permanente	Normal	Retardado
Permanente	N	R	DC4
Normal	N	R	DC3
Retardado	N	DC2	DC1

- DC1 – solo se anota el sensor que llega antes de timer, sino DC2.
- DC2 – Si está sonando la alarma, los retardados funcionan como normales. Nuevo disparo.
- DC3 – Suena la alarma, se elimina el timer y todos los retardados funcionarán como normales de aquí en más.
- DC4 – cancela timer y Reemplaza.
- Siempre se registra el sensor que dispara la alarma.

Ejercicio 4

- Incorporar a la tabla de interacción de actividades la función para inhabilitar un sensor no permanente.
 1. ¿En qué estado puede ocurrir?
 2. ¿Con qué actividades interactúa?



Caso General

- Si la tabla fuera muy grande...
- Hacer una tabla por estado.
- Si una actividad depende de una interacción con más de una actividad, incorporar combinaciones de esas actividades como una nueva columna.

Ejemplo.

- PRUEBA Vs ALARMA SENSOR (intrusión)
- Nuestro criterio es que PRUEBA no debe ocurrir.
 - Puede crear confusión con Leds.
- Tener en cuenta el estado de otros LEDs
 - Forzado puede titilar, otros encendidos.
- Si entra PRUEBA guardar estado LEDs.
- Al terminar PRUEBA retornar al estado.

Llenado de la tabla

- No hay una única solución
 - Depende criterio diseñador
 - puede funcionar distinto pero no ser erróneo.
- Ej: Si suena alarma por intrusión y se oprime PRUEBA – podría ponerse IC en lugar de N.
 - Permite asegurar que los leds funcionan bien en caso de que Status no dé nada.

Ejemplo

- Si se quiere ingresar una CLAVE mientras se prueba la sirena.
 - Podría ponerse R en lugar de N.
 - No está mal (molesta sirena al usuario).
- Sugerencias:
 - Benchmarking.
 - Conversar con el Usuario.
 - Simplificar siempre.

La tabla en el Sistema

- Cada Tarea se implementa mediante una función.
- Una Tarea puede:
 - Conocer el estado de otra tarea (0=sleep o 1=wait)
 - Llamando a una función que retorna un valor que dice si está en wait o no (1 o 0).
 - Esta función es general para todas las tareas.
 - ¿Por qué no puede devolver tarea corriendo = 2?

La tabla en el Sistema (cont)

- Cada tarea se identifica con un número.
- También una tarea puede matar a otra para reemplazarla.
 - Convocando a una función propia de la tarea a matar, que realiza esa tarea. ¿Porqué no global?
- Al comienzo de cada actividad definir qué hacer
 - Revisando estado de otras actividades.
 - Seguir lo indicado por la tabla.

Tabla por recursos compartidos

Recurso/ Actividad	Falla	Activo	Forzado	Armado
Armar	T	$T \rightarrow P$	$T \rightarrow P$	$T \rightarrow P$
Desarmar	T	T	T	T
PRUEBA	T	T	T	T
Intrusión	-	-	P	P

- T: uso transitorio. P: Permanente.
 $T \rightarrow P$, T hasta llegar a P.
- PRUEBA no puede hacerse en Armar o desarmar.
- Se respalda la información y un evento no impactará en la misma.

Recursos Compartidos

- Las otras actividades
 - abortan PRUEBA y recuperan el respaldo antes de comenzar.
 - Son excluyentes entre sí – según tabla
 - **No hay problemas entonces con las interacciones definidas previamente.**
- Probar también con los otros leds.
- La actividad termina cuando no queda ningún evento pendiente, recién pasa a sleep, sino entra en wait.
- Mejores herramientas: RTOS.