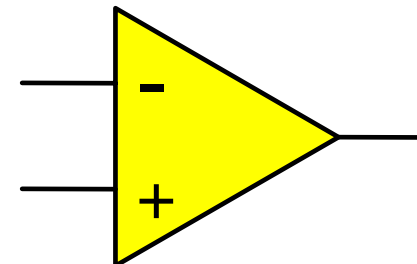
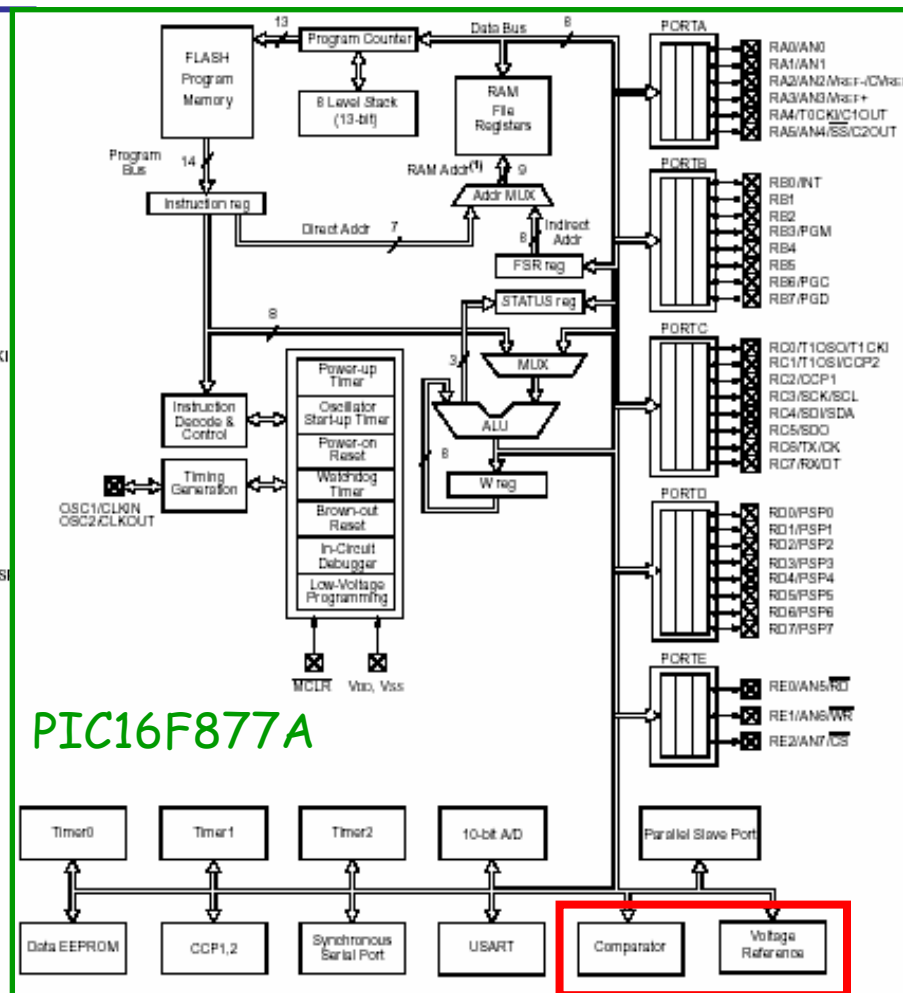
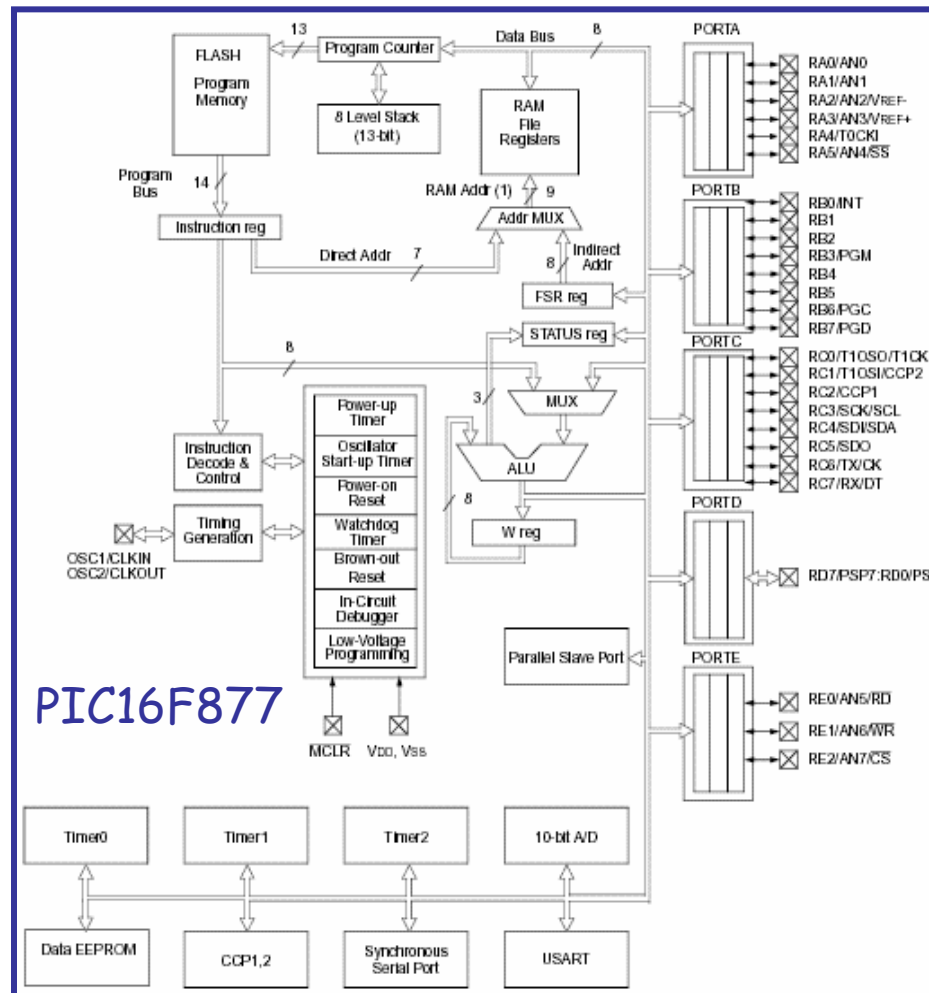




MÓDULO COMPARADOR Y REFERENCIA DE TENSION PARA LA COMPARACIÓN



Estos dos módulos existen en la versión de los **PIC16F87xA**
pero NO en la versión PIC16F87x





El Módulo Comparador

- Dispone de dos comparadores analógicos C1 y C2 cuyas entradas pueden ser seleccionadas entre los pines **RA0** a **RA3** y cuyas salidas pueden utilizarse para lectura **digital interna** o bien conectarse a dos pines de salida: **RA4** y **RA5**
- También podría ser posible emplear un nivel de tensión configurable y generado por otro bloque, el denominado **Módulo de Referencia de Tensión**
- El multiplexado para la selección de las entradas a comparar y las salidas a generar depende del registro de control de comparación CMCON (0x9C). Existen 8 configuraciones posibles de entradas y salidas de comparación que se seleccionan con los 3 bits menos significativos (CM2-CM1-CM0)
- En ese mismo registro se pueden leer los estados en la salida de cada uno de los comparadores C1 y C2 y si se desea invertir o no la lógica del resultado de la comparación que aparece a la salida

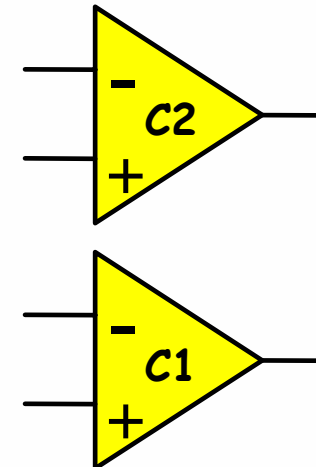


Registro CMCON (0x9C)

R-0	R-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-1	R/W-1	R/W-1
C2OUT	C1OUT	C2INV	C1INV	CIS	CM2	CM1	CM0
bit 7							bit 0

bit 7	C2OUT: Comparator 2 Output bit <u>When C2INV = 0:</u> 1 = C2 VIN+ > C2 VIN- 0 = C2 VIN+ < C2 VIN- <u>When C2INV = 1:</u> 1 = C2 VIN+ < C2 VIN- 0 = C2 VIN+ > C2 VIN-
bit 6	C1OUT: Comparator 1 Output bit <u>When C1INV = 0:</u> 1 = C1 VIN+ > C1 VIN- 0 = C1 VIN+ < C1 VIN- <u>When C1INV = 1:</u> 1 = C1 VIN+ < C1 VIN- 0 = C1 VIN+ > C1 VIN-
bit 5	C2INV: Comparator 2 Output Inversion bit 1 = C2 output inverted 0 = C2 output not inverted
bit 4	C1INV: Comparator 1 Output Inversion bit 1 = C1 output inverted 0 = C1 output not inverted
bit 3	CIS: Comparator Input Switch bit <u>When CM2:CM0 = 110:</u> 1 = C1 VIN- connects to RA3/AN3 C2 VIN- connects to RA2/AN2 0 = C1 VIN- connects to RA0/AN0 C2 VIN- connects to RA1/AN1
bit 2	CM2:CM0: Comparator Mode bits

Estado de las salidas



Posibilidad de inversión de las salidas de cada comparador

Configuración de entradas y salidas



Módulo comparador y módulo de referencia de tensión

Las 8 configuraciones posibles de comparación:

Comparators Reset CM2:CM0 = 000 RA0/AN0 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} RA3/AN3 $\xrightarrow{A}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C1 $\rightarrow$ Off (Read as '0') RA1/AN1 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} RA2/AN2 $\xrightarrow{A}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C2 $\rightarrow$ Off (Read as '0')	Comparators Off (POR Default Value) CM2:CM0 = 111 RA0/AN0 $\xrightarrow{D}$ V_{IN-} RA3/AN3 $\xrightarrow{D}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C1 $\rightarrow$ Off (Read as '0') RA1/AN1 $\xrightarrow{D}$ V_{IN-} RA2/AN2 $\xrightarrow{D}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C2 $\rightarrow$ Off (Read as '0')
Two Independent Comparators CM2:CM0 = 010 RA0/AN0 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} RA3/AN3 $\xrightarrow{A}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C1 $\rightarrow$ C1OUT RA1/AN1 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} RA2/AN2 $\xrightarrow{A}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C2 $\rightarrow$ C2OUT	Two Independent Comparators with Outputs CM2:CM0 = 011 RA0/AN0 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} RA3/AN3 $\xrightarrow{A}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C1 $\rightarrow$ C1OUT RA4/T0CKI/C1OUT RA1/AN1 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} RA2/AN2 $\xrightarrow{A}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C2 $\rightarrow$ C2OUT RA5/AN4/SS/C2OUT
Two Common Reference Comparators CM2:CM0 = 100 RA0/AN0 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} RA3/AN3 $\xrightarrow{A}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C1 $\rightarrow$ C1OUT RA1/AN1 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} RA2/AN2 $\xrightarrow{D}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C2 $\rightarrow$ C2OUT	Two Common Reference Comparators with Outputs CM2:CM0 = 101 RA0/AN0 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} RA3/AN3 $\xrightarrow{A}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C1 $\rightarrow$ C1OUT RA4/T0CKI/C1OUT RA1/AN1 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} RA2/AN2 $\xrightarrow{D}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C2 $\rightarrow$ C2OUT RA5/AN4/SS/C2OUT
One Independent Comparator with Output CM2:CM0 = 001 RA0/AN0 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} RA3/AN3 $\xrightarrow{A}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C1 $\rightarrow$ C1OUT RA4/T0CKI/C1OUT RA1/AN1 $\xrightarrow{D}$ V_{IN-} RA2/AN2 $\xrightarrow{D}$ V_{IN+} $\rightarrow$ C2 $\rightarrow$ Off (Read as '0')	Four Inputs Multiplexed to Two Comparators CM2:CM0 = 110 RA0/AN0 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} (CIS = 0) RA3/AN3 $\xrightarrow{A}$ V_{IN+} (CIS = 1) $\rightarrow$ C1 $\rightarrow$ C1OUT RA1/AN1 $\xrightarrow{A}$ V_{IN-} (CIS = 0) RA2/AN2 $\xrightarrow{A}$ V_{IN+} (CIS = 1) $\rightarrow$ C2 $\rightarrow$ C2OUT CVREF From Comparator VREF Module
A = Analog Input, port reads zeros always. D = Digital Input. CIS (CMCON<3>) is the Comparator Input Switch.	

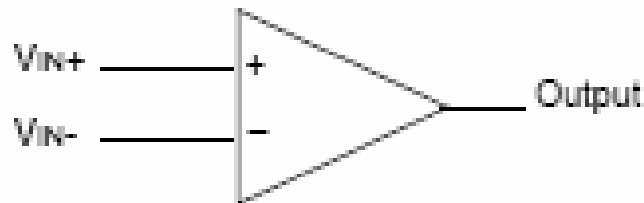
Configuración compatible con la de los dispositivos PIC16F87x

El registro de dirección de datos del PORTA: TRISA controlará la dirección de los datos en los pines en cada modo configurado

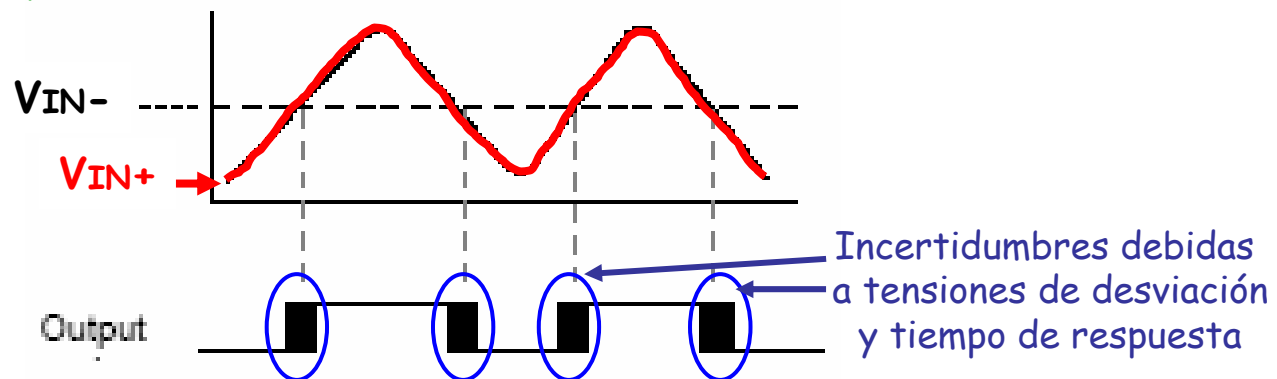
Las líneas podrían estar definidas como digitales, pero el buffer de entrada consumiría más corriente que la especificada para una entrada analógica

Modo de Trabajo de los Comparadores

- Si la entrada analógica V_{IN+} es mayor que la entrada analógica V_{IN-} , entonces la salida del comparador será un estado digital alto
- Si la entrada analógica V_{IN+} es menor que la entrada analógica V_{IN-} , entonces la salida del comparador será un estado digital bajo



Ejemplo de comparación:





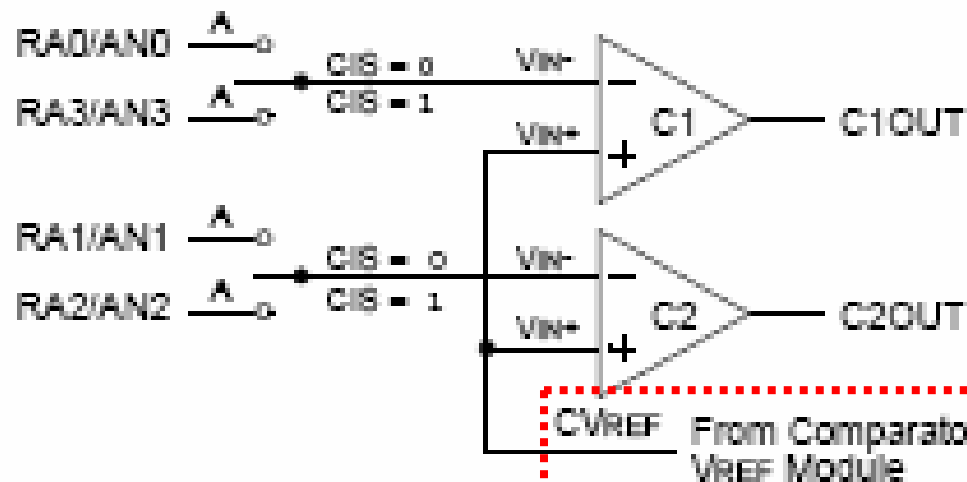
Referencias de Comparación

La referencia de tensión para la comparación puede ser:

- **Externa:** se conectará a cualquiera de los pines de entrada externos del comparador y esa tensión deberá estar comprendida entre VDD y VSS
- **Interna:** se puede emplear una **referencia de tensión generada a nivel interno** por parte de un módulo interno específico presente dentro del microcontrolador cuando se configuran los bits $CM\langle 2:0 \rangle$ con la combinación 110

Four Inputs Multiplexed to Two Comparators

$CM2:CM0 = 110$

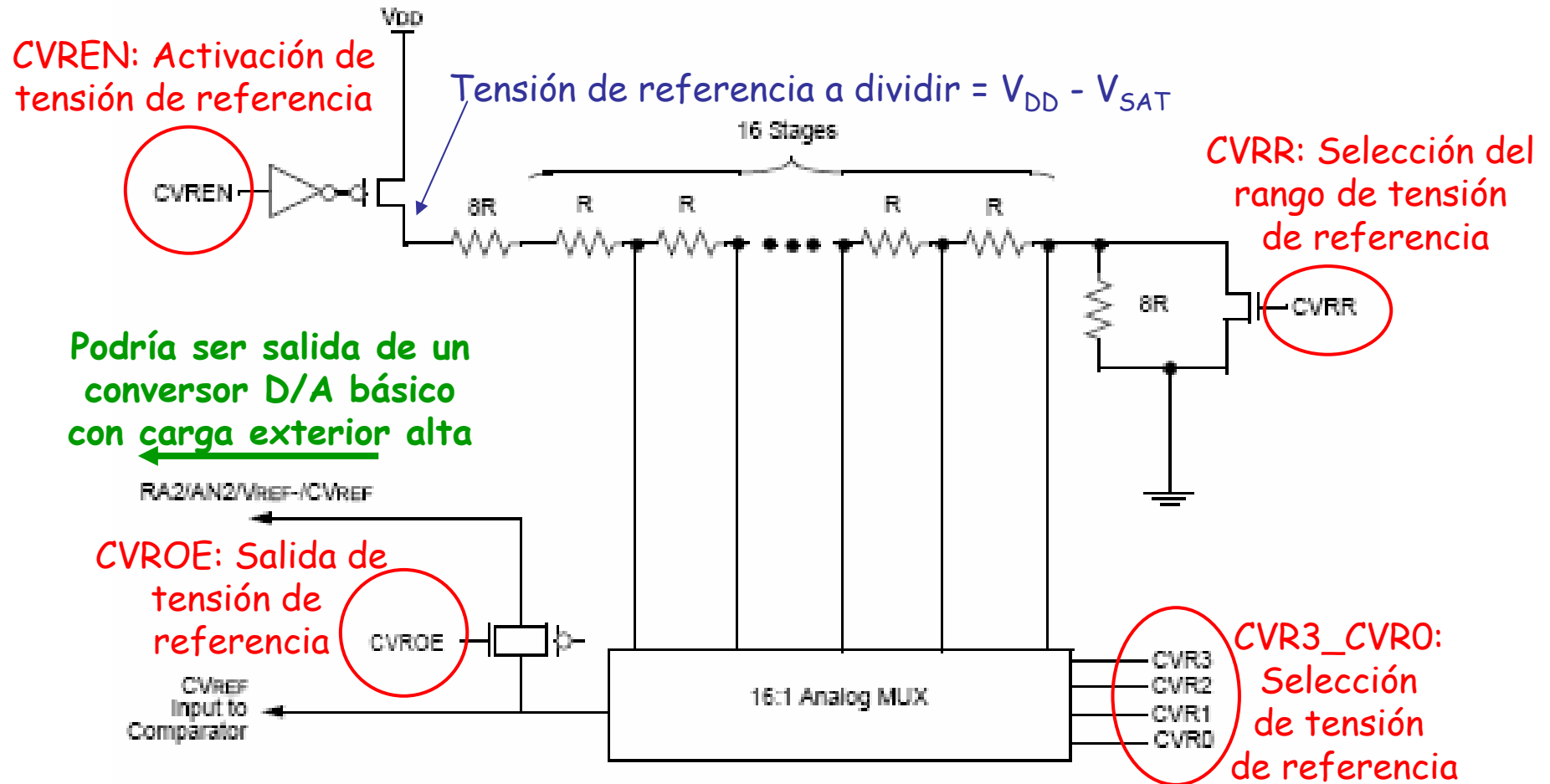


**Módulo Referencia
de Tensión
para Comparación**



Módulo de Referencia de Tensión para Comparación

Se trata de un divisor resistivo a partir de la tensión de alimentación del microcontrolador





Módulo de Referencia de Tensión para Comparación (II)

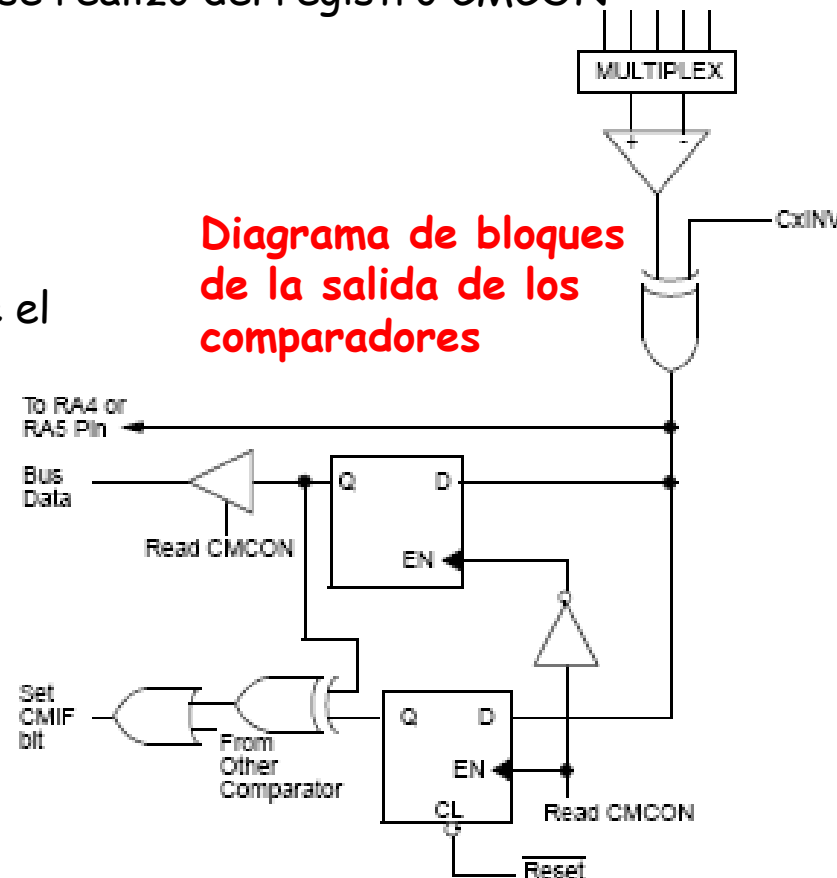
Registro CVRCON (0x9D)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
CVREN	CVROE	CVRR	—	CVR3	CVR2	CVR1	CVR0
bit 7							bit 0

- bit 7 **CVREN:** Comparator Voltage Reference Enable bit
 1 = CVREF circuit powered on
 0 = CVREF circuit powered down
- bit 6 **CVROE:** Comparator VREF Output Enable bit
 1 = CVREF voltage level is output on RA2/AN2/VREF-/CVREF pin
 0 = CVREF voltage level is disconnected from RA2/AN2/VREF-/CVREF pin
- bit 5 **CVRR:** Comparator VREF Range Selection bit
 1 = 0 to 0.75 CVR_{SR0}, with CVR_{SR0}/24 step size
 0 = 0.25 CVR_{SR0} to 0.75 CVR_{SR0}, with CVR_{SR0}/32 step size
- bit 4 **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 3-0 **CVR3:CVR0:** Comparator VREF Value Selection bits $0 \leq VR3:VR0 \leq 15$
When CVRR = 1;
 $CVREF = (VR<3:0>/24) \cdot (CVR_{SR0})$
When CVRR = 0;
 $CVREF = 1/4 \cdot (CVR_{SR0}) + (VR3:VR0/32) \cdot (CVR_{SR0})$

Interrupciones del Módulo de Comparación

- El módulo de comparación puede generar una interrupción por activación del flag CMIF (Flag de Interrupción del Comparador) presente en el registro PIR1. El flag CMIF se pondrá a 1 si se produce un cambio en la salida de cualquiera de los dos comparadores (C1OUT ó C2OUT) **desde la última lectura** que se realizó del registro CMCON
- El flag debe ponerse a cero por software pero además debe realizarse previamente una operación de lectura (o escritura) del registro CMCON para que deje de darse la discrepancia entre el valor actual y el valor leído
- Para que se produzca la interrupción deben encontrarse activadas la máscara particular (CMIE en PIE2), la de periféricos (PEIE) y la global (GIE)





Características especiales del Módulo Comparador

- Si un comparador se encuentra activo y se sitúa al microcontrolador en modo de bajo consumo (SLEEP), el comparador permanecerá activo y las interrupciones si están activadas mediante sus máscaras serán funcionales y podrán sacar al micro de su modo de bajo consumo (lo despiertan) si cambia la salida de alguno de los comparadores desde la última lectura
- Las líneas de entrada analógicas para los comparadores presentan un equivalente eléctrico como el mostrado, la presencia de diodos de protección en las entradas impide que la tensión supere en más de 0,6V la tensión V_{DD} ni que se sitúe 0,6V por debajo de V_{SS}

