



Microcontrolador ESP32

Temporizadores (Timers)

Introducción

Existen 4 temporizadores de uso general integrados en el ESP32. Todos son temporizadores genéricos de 64 bits con un preescalador de 16 bits y conteo ascendente/descendente con capacidad de recarga automática de 64 bits.

El ESP32 contiene dos módulos de temporizador, cada uno con 2 temporizadores. Los 2 temporizadores de un bloque se indican con una **x** en TIMGn_T**x**; los bloques mismos se indican con una **n**.

Los temporizadores cuentan con:

- Un preescalador de reloj de 16 bits, de 2 a 65536.
- Un contador de base de 64 bits.
- Contador configurable para incremento o decremento.
- Detención y reanudación del contador de base de tiempo.
- Auto-recarga en alarma.
- Recarga instantánea controlada por software.
- Generación de interrupciones de nivel y flanco.

Preescalador de 16 bits

Cada temporizador utiliza el reloj APB (APB_CLK, normalmente 80 MHz) como reloj básico.

Este reloj luego se divide por un preescalador de 16 bits que genera el reloj para el contador (TB_clk).

Cada ciclo de TB_clk hace que el contador aumente o disminuya en uno.

El temporizador debe estar deshabilitado (TIMGn_Tx_EN en cero) antes de cambiar el divisor del preescalador que está configurado por el registro TIMGn_Tx_DIVIDER; cambiarlo estando el temporizador habilitado puede generar resultados impredecibles.

El preescalador puede dividir el reloj APB por un factor de 2 a 65536.

Específicamente, cuando TIMGn_Tx_DIVIDER es 1 o 2, el divisor de reloj es 2; cuando TIMGn_Tx_DIVIDER es 0, el divisor del reloj es 65536. Cualquier otro valor hará que el reloj se divida exactamente por ese valor.

Contador de 64 bits

El contador de base de tiempo de 64 bits puede configurarse para contar hacia adelante o hacia atrás, dependiendo de si TIMGn_Tx_INCREASE está configurado o borrado, respectivamente.

Admite recarga automática y recarga instantánea de software. Se puede configurar un evento de alarma cuando el contador alcanza un valor especificado por software.

El conteo se puede habilitar y deshabilitar configurando y borrando TIMGn_Tx_EN. Borrar este bit esencialmente congela el contador, lo que hace que no cuente ni hacia adelante ni hacia atrás; en su lugar, conserva su valor hasta que TIMGn_Tx_EN se establece de nuevo.

Recargar el contador cuando se borra TIMGn_Tx_EN cambiará su valor, pero el conteo no se reanudará hasta que se configure TIMGn_Tx_EN.

El software puede establecer un nuevo valor de contador configurando los registros TIMGn_Tx_LOAD_LO y TIMGn_Tx_LOAD_HI.

El hardware ignorará estas configuraciones de registro hasta que se vuelva a cargar; una recarga hará que el contenido de estos registros se copie en el propio contador.

Un evento de recarga puede ser activado por una alarma (recarga automática en caso de alarma) o por software (recarga instantánea de software).

Para habilitar la recarga automática en caso de alarma, se debe configurar el registro TIMGn_Tx_AUTORELOAD. Si la recarga automática en caso de alarma no está habilitada, el contador de la base de tiempo continuará aumentando o disminuyendo después de la alarma.

Para activar una recarga instantánea por software, se puede escribir cualquier valor en el registro TIMGn_Tx_LOAD_REG; esto hará que el valor del contador cambie instantáneamente.

El software también puede cambiar la dirección del contador de base de tiempo instantáneamente cambiando el valor de `TIMGn_Tx_INCREASE`.

El contador también se puede leer mediante software, pero debido a que el contador es de 64 bits, la CPU solo puede obtener el valor como dos valores de 32 bits, el valor del contador debe fijarse primero en `TIMGn_TxLO_REG` y `TIMGn_TxHI_REG`.

Esto se hace escribiendo cualquier valor en `TIMGn_TxUPDATE_REG`; esto bloqueará instantáneamente el valor del temporizador de 64 bits en los dos registros. El software puede leerlos en cualquier momento. Este enfoque evita que el valor del temporizador se lea erróneamente cuando ocurre un remanente entre la lectura de la palabra baja y alta del valor del temporizador.

Generación de alarmas

El temporizador puede activar una alarma, lo que puede causar una recarga y/o una interrupción.

La alarma se activa cuando los registros de alarma TIMGn_Tx_ALARMLO_REG y TIMGn_Tx_ALARMHI_REG coinciden con el valor actual del temporizador.

Para simplificar el escenario en el que estos registros se configuran de forma tardía y el contador ya pasó estos valores, la alarma también se dispara cuando el valor actual del temporizador es mayor (para un temporizador de conteo ascendente) o menor (para un temporizador de conteo regresivo) que el valor de alarma actual: si este es el caso, la alarma se disparará inmediatamente después de cargar los registros de alarma.

El bit de habilitación de la alarma del temporizador se borra automáticamente una vez que se produce una alarma.

Generación de alarmas

El temporizador puede activar una alarma, lo que puede causar una recarga y/o una interrupción.

La alarma se activa cuando los registros de alarma TIMGn_Tx_ALARMLO_REG y TIMGn_Tx_ALARMHI_REG coinciden con el valor actual del temporizador.

Para simplificar el escenario en el que estos registros se configuran de forma tardía y el contador ya pasó estos valores, la alarma también se dispara cuando el valor actual del temporizador es mayor (para un temporizador de conteo ascendente) o menor (para un temporizador de conteo regresivo) que el valor de alarma actual: si este es el caso, la alarma se disparará inmediatamente después de cargar los registros de alarma.

El bit de habilitación de la alarma del temporizador se borra automáticamente una vez que se produce una alarma.

Interrupciones

- TIMGn_Tx_INT_WDT_INT
Generado cuando se agota el tiempo de una etapa de interrupción del temporizador de vigilancia.
- TIMGn_Tx_INT_T1_INT
Un evento de alarma en el temporizador 1 genera esta interrupción.
- TIMGn_Tx_INT_T0_INT
Un evento de alarma en el temporizador 0 genera esta interrupción.

Registros

Name	Description	TIMG0	TIMG1	Acc
Timer 0 configuration and control registers				
<code>TIMG_n_T0CONFIG_REG</code>	Timer 0 configuration register	0x3FF5F000	0x3FF60000	R/W
<code>TIMG_n_T0LO_REG</code>	Timer 0 current value, low 32 bits	0x3FF5F004	0x3FF60004	RO
<code>TIMG_n_T0HI_REG</code>	Timer 0 current value, high 32 bits	0x3FF5F008	0x3FF60008	RO
<code>TIMG_n_T0UPDATE_REG</code>	Write to copy current timer value to TIMG _n _T0_(LO/HI)_REG	0x3FF5F00C	0x3FF6000C	WO
<code>TIMG_n_T0ALARMLO_REG</code>	Timer 0 alarm value, low 32 bits	0x3FF5F010	0x3FF60010	R/W
<code>TIMG_n_T0ALARMHI_REG</code>	Timer 0 alarm value, high bits	0x3FF5F014	0x3FF60014	R/W
<code>TIMG_n_T0LOADLO_REG</code>	Timer 0 reload value, low 32 bits	0x3FF5F018	0x3FF60018	R/W
<code>TIMG_n_T0LOAD_REG</code>	Write to reload timer from TIMG _n _T0_(LOADLOLOADHI)_REG	0x3FF5F020	0x3FF60020	WO