



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

SEGUNDO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INFORMÁTICA 2

Las interrupciones en los microprocesadores: historia y su aplicación en los sistemas actuales

por

Juan Mauricio Parrado Villa

Docente

Augusto Enrique Salazar Jimenez

July 6, 2020

Las interrupciones en los microprocesadores: historia y su aplicación en los sistemas actuales

Las interrupciones son una estrategia silenciosa que permite la optimización de los recursos de procesamiento de un microprocesador, respecto a sus dispositivos periféricos. Éstas se definen como una señal que recibe el CPU para inmediatamente ejecutar un código que está específicamente escrito para responder a la causa de dicha interrupción (1).

Pero vale la pena preguntar, ¿para que queríamos interrumpir un proceso que la CPU se encuentra ejecutando? La respuesta nos indica de donde surgió la necesidad de incluir interrupciones como parte del funcionamiento de un microprocesador. Sólo basta imaginar una CPU que está recibiendo múltiples entradas y salidas desde y hacia los sistemas periféricos, los cuales tienen velocidades de reloj muy distintos entre ellos, siendo por lo general el más veloz el del procesador mismo, con esto en mente, si el microprocesador se encuentra realizando un proceso con una de esas entradas, está forzado a esperar a recibir una respuesta, y eso ocurría con todas las entradas en las que interviene el mismo proceso.

Este método se denomina consulta o "polling" y aunque es un proceso práctico, es poco eficiente. Con las interrupciones, esta situación cambia por completo, ya que el procesador puede interrumpir dichos procesos que requieren más tiempo, para ejecutar otros que se pueden llevar a cabo mientras tanto, optimizando así el tiempo de ejecución y los recursos del sistema (1).

Con esto en mente las interrupciones son un recurso extremadamente útil, pero no siempre existieron. Su origen se remonta a 1954, año donde se construyó el computador NBS DYSEA, que tuvo la fortuna de ser el primer en contar con interrupciones I/O (entrada/salida), un año después se crearon interrupciones tipo túneles de viento y se

realizaron diversas implementaciones en esta tecnología en los años venideros (2).

Fue hasta 1957 que E.W. Dijkstra, un científico en computación que trabajó el problema profundamente, decidió embarcarse al desarrollo de esta tecnología, incluyo llegó a expresar una frase en su trabajo que pone en perspectiva el riesgo de incluir interrupciones en sistemas con microprocesadores: "Fue un gran invento para también una caja de Pandora" (2).

A partir de este evento, se hicieron desarrollos más significativos: en 1960 la mayoría de los computadores ya soportaban interruptores en su sistema, en 1971 se da la primera patente de un sistema de interrupciones llamada "Interrupt coalescing" y sigue la investigación y mejora continua en ésta área de la computación. En la década de los 80 esta tecnología continua desarrollándose pero aplicados en Ethernet de alta velocidad y controladores de almacenamiento de alta velocidad, hasta los años 2000 y la actualidad, se crea un sin número de patentes, lo que trae consigo una alta competencia en éste campo, en su mayoría para aplicaciones de redes (2).

Existen distintos tipos de interrupciones que dependen del procesador, sin embargo las interrupciones se pueden clasificar en dos grandes grupos:

Interrupciones internas: Son las que pueden ser iniciadas dentro del propio microprocesador.

Interrupciones externas: Son iniciadas por un circuito externo a través de pines específicos en el microcontrolador (3).

Por otro lado, las interrupciones también se pueden clasificar de acuerdo a su nivel de prioridad, por lo general dicho nivel se define de forma binaria: 0 para baja prioridad, 1 para alta.

El siguiente código representa una implementación en un micro-procesador, en código c++:

```
int main(void){
    uint8_t flag = 0;

    // HSI, 8 MHz, SYSCLK->MCO
    RCC->CFGR = 0b100 << 24;

    // enable PORTA for button input
    RCC->APB2ENR |= RCC_APB2ENR_IOPAEN;

    // CNF=1, MODE=0 (floating input)
    GPIOA->CRL = (0b0100);

    // enable PORTC for LED output
    RCC->APB2ENR |= RCC_APB2ENR_IOPCEN;

    // CNF=0, MODE=2 (2MHz output) (PC8,PC9)
    GPIOC->CRH = 0b0010 | (0b0010 << 4);

    AFIO->EXTICR[0] = 0;           // EXTI0 is PA0
    EXTI->RTSR = 1;                // rising edge, EXTI0
    EXTI->IMR = 1;                 // enable EXTI0
    NVIC->ISER[0] = (1 << EXTI0_IRQn);

    while (1){
        if (flag){
            GPIOC->BRR = (1<<9);    // atomic clear PORTC bit 9
            flag = 0;                // toggle flag
        }
        else{
            GPIOC->BSRR = (1<<9);    // atomic set PORTC bit 9
            flag = 1;                // toggle flag
        }
    }

    delay(80000);}}

```

Bibliography

- [1] Mike Silva, Introduction to Microcontrollers - Interrupts, 2013.
- [2] Irfan Ahmad, History of Interrupts, 2014.
- [3] Rufino J. Dominguez Arellano, Interrupciones, 2011.