Laboratorio ARM

Organización del Computador

Introducción

¿Por qué ARM?

- La simplicidad de los procesadores los hace ideales para aplicaciones de baja potencia.

- Dominantes dentro del mercado de la electrónica móvil
    - Microprocesadores pequeños, de bajo consumo y bajo costo ideales para teléfonos móviles, tablets o netbooks.

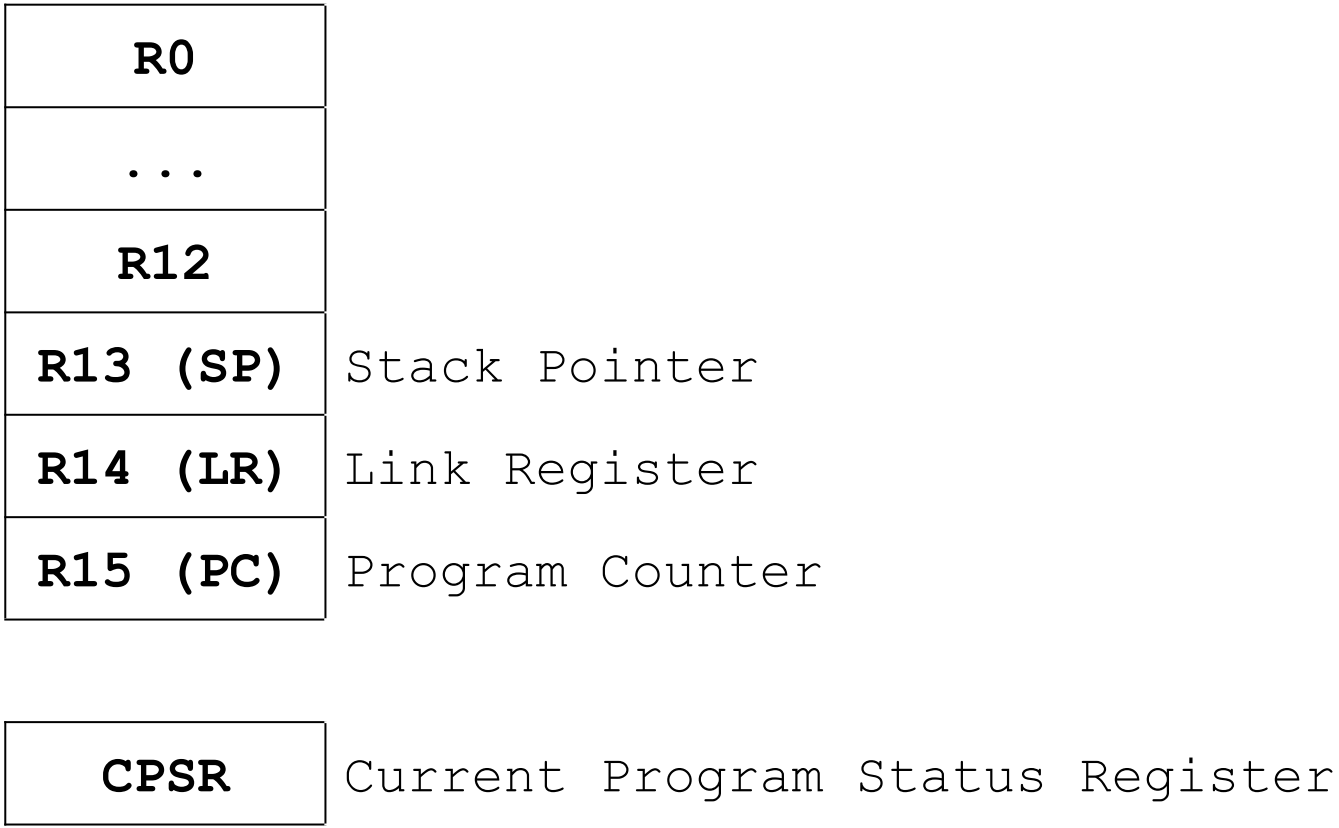
Características Principales

- Arquitectura Load/Store
- Instrucciones de longitud fija (32 bits)
- Formatos de instrucciones de 3 direcciones
  - 2 Registros de operandos
  - 1 Registro de resultado
- Ejecución condicional de TODAS las instrucciones.
- Instrucciones de Load-Store de Registros Múltiples.

Organización de Registros

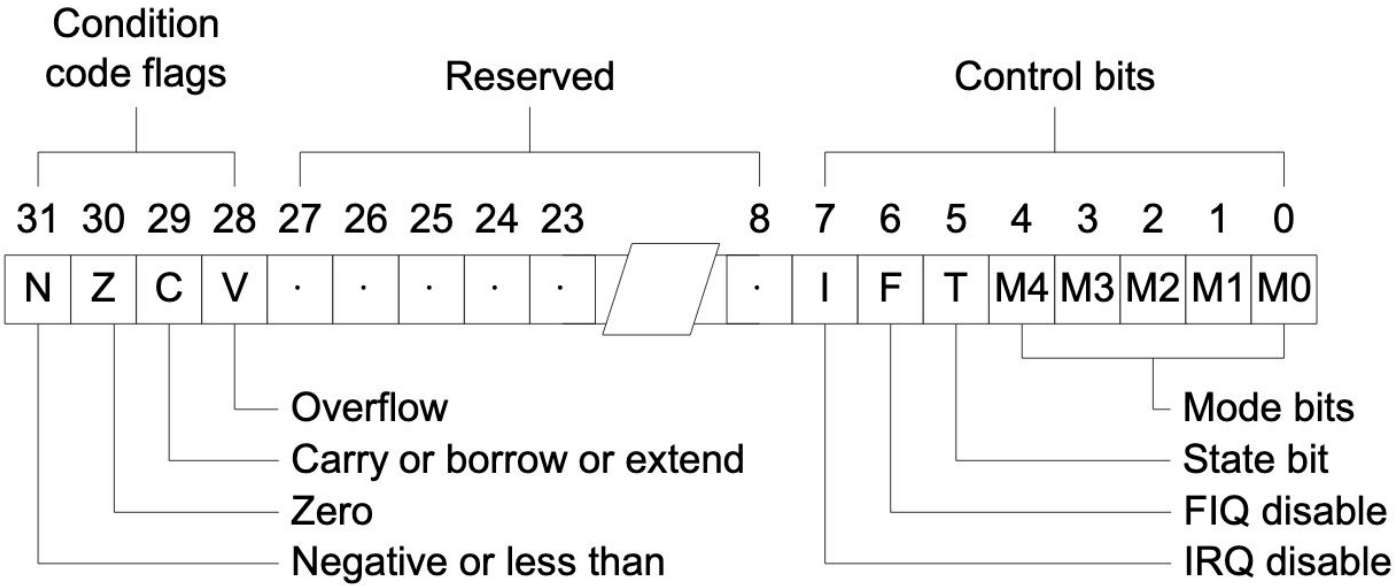
- R0 a R12 son registros de propósito general (32 bits)
  - Usados por el programador para (casi) cualquier propósito sin restricción
- R13 es el *Stack Pointer* (SP)
- R14 es el *Link Register* (LR)
- R15 es el Program Counter (PC)
- El *Current Program Status Register* (CPSR) contiene indicadores condicionales y otros bits de estado

Organización de Registros



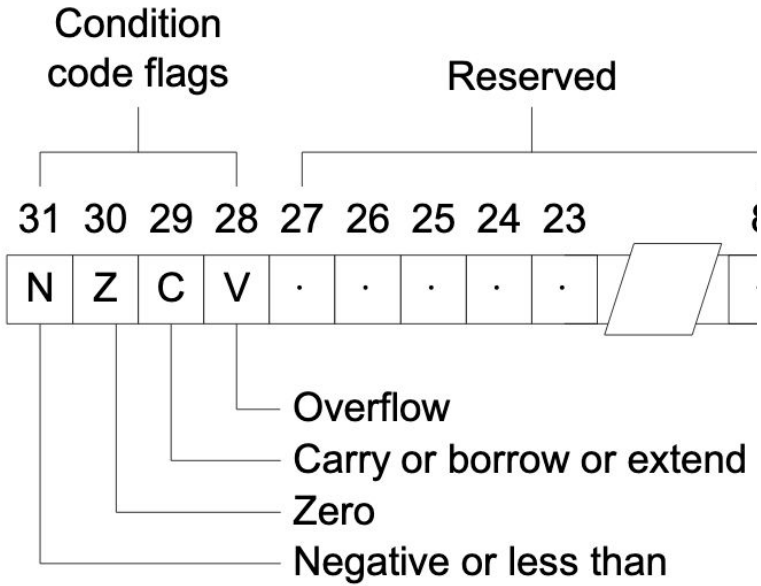
Organización de Registros

CPSR Current Program Status Register



Organización de Registros

CPSR Current Program Status Register



Flag	Significado
N	Resultado **N**egativo del ALU
Z	Resultado (**Z**)cero del ALU
C	Operación ALU con a**C**arreo hacia afuera
V	Operación ALU con o**V**erflow

**ALU: Arithmetic Logic Unit*

Organización de Memoria

- Máximo: 2^{32} bytes de memoria
- *Word* = 32-bits@ *Half-word* = 16 bits
- *Words* están alineadas en posiciones divisibles por 4
- *Half-words* están alineadas en posiciones pares

Estructura de un Programa

- La forma general de una línea en un módulo ARM es:

```
label <espacio> opcode <espacio> operandos <espacio> @ comentario
```

- Cada campo debe estar separado por uno o más espacios.
- Las instrucciones no empiezan en la primer columna, dado que deben estar precedidas por un espacio en blanco, incluso aunque no haya label.
- ARM aceptará líneas en blanco para mejorar la claridad del código.

Código - Ejemplo

```
        .text                   @ Indica que los siguientes
                                @ ítems en memoria son
                                @ instrucciones
start:
        mov     r0, #15         @ Seteo de parámetros
        mov     r1, #20
        bl      func            @ Llamado a subrutina
        swi     0x11            @ Fin de programa
func:                           @ Subrutina
        add     r0, r0, r1      @ r0 = r0 + r1
        mov     pc, lr          @ Retornar desde subrutina
        .end                    @ Marcar fin de archivo
```

Código - Ejemplo

```
        .text                           @ Indica que los siguientes
                                        @ ítems en memoria son
                                        @ instrucciones
start:
        mov     r0, #15                 @ Seteo de parámetros
        mov     r1, #20
        bl      func                    @ Llamado a subrutina
        swi     0x11                    @ Fin de programa
func:                                   @ Subrutina
        add     r0, r0, r1              @ r0 = r0 + r1
        mov     pc, lr                  @ Retornar desde subrutina
        .end                            @ Marcar fin de archivo
```

Labels

Código - Ejemplo

```
        .text                       @ Indica que los siguientes
                                    @ ítems en memoria son
                                    @ instrucciones
start:
        mov     r0, #15             @ Seteo de parámetros
        mov     r1, #20
        bl      func                @ Llamado a subrutina
        swi     0x11                @ Fin de programa
func:                               @ Subrutina
        add     r0, r0, r1          @ r0 = r0 + r1
        mov     pc, lr              @ Retornar desde subrutina
        .end                        @ Marcar fin de archivo
```

Op. Code

Código - Ejemplo

```
        .text                       @ Indica que los siguientes
                                    @ ítems en memoria son
                                    @ instrucciones
start:
        mov     r0, #15             @ Seteo de parámetros
        mov     r1, #20
        bl      func                @ Llamado a subrutina
        swi     0x11                @ Fin de programa
func:                               @ Subrutina
        add     r0, r0, r1          @ r0 = r0 + r1
        mov     pc, lr              @ Retornar desde subrutina
        .end                        @ Marcar fin de archivo
```

Operandos

Código - Ejemplo

```
        .text                           @ Indica que los siguientes
                                        @ ítems en memoria son
                                        @ instrucciones
start:
        mov     r0, #15                 @ Seteo de parámetros
        mov     r1, #20
        bl      func                    @ Llamado a subrutina
        swi     0x11                    @ Fin de programa
func:                                   @ Subrutina
        add     r0, r0, r1              @ r0 = r0 + r1
        mov     pc, lr                  @ Retornar desde subrutina
        .end                            @ Marcar fin de archivo
```

Comentarios

Código - Ejemplo

- La rutina principal (etiquetada *start*) carga los valores 15 y 20 en los registros *r0* y *r1* respectivamente.

```
start:
        mov     r0, #15                 @ Seteo de parámetros
        mov     r1, #20
        bl      func                    @ Llamado a subrutina
        swi     0x11                    @ Fin de programa
func:                                   @ Subrutina
        add     r0, r0, r1              @ r0 = r0 + r1
        mov     pc, lr                  @ Retornar desde subrutina
        .end                            @ Marcar fin de archivo
```

Código - Ejemplo

- El programa llama a la subrutina *`func`* haciendo uso de una instrucción *branch with link (`bl`)*.

```
.text                   @ Indica que los siguientes
                        @ ítems en memoria son
                        @ instrucciones
start:
        mov     r0, #15         @ Seteo de parámetros
        mov     r1, #20
        bl      func            @ Llamado a subrutina
        swi     0x11            @ Fin de programa
func:                   @ Subrutina
        add     r0, r0, r1      @ r0 = r0 + r1
        mov     pc, lr          @ Retornar desde subrutina
        .end                    @ Marcar fin de archivo
```

Código - Ejemplo

- La subrutina suma los dos parámetros que recibe y deja el resultado en *r0*.

```
func:
        add     r0, r0, r1              @ Subrutina
        mov     pc, lr                  @ r0 = r0 + r1
                                        @ Retornar desde subrutina
```

Código - Ejemplo

- Luego, retorna simplemente restaurando el *Program Counter (`r15`)* a la dirección que fue guardada en el *Link Register (`r14`)*.

```
.text                   @ Indica que los siguientes
                        @ instrucciones
start:
        mov     r0, #15         @ Seteo de parámetros
        mov     r1, #20
        bl      func            @ Llamado a subrutina
        swi     0x11            @ Fin de programa
func:                           @ Subrutina
        add     r0, r0, r1      @ r0 = r0 + r1
        mov     pc, lr          @ Retornar desde subrutina
        .end                    @ Marcar fin de archivo
```

Código - Ejemplo

- Al retornar de la subrutina, el programa principal termina utilizando la *Software Interrupt (`SWI`)* 11.

```
.text                   @ Indica que los siguientes
                        @ datos en memoria son
                        @ instrucciones
start:
        mov     r0, #15         @ Seteo de parámetros
        mov     r1, #20
        bl      func            @ Llamado a subrutina
        swi     0x11            @ Fin de programa
func:                   @ Subrutina
        add     r0, r0, r1      @ r0 = r0 + r1
        mov     pc, lr          @ Retornar desde subrutina
        .end                    @ Marcar fin de archivo
```

Herramientas

Herramientas

- ARMSim#

- Text editor

  Suggested: Sublime

ARMSim#

- Aplicación de escritorio para simular la ejecución de programas ARM en un sistema basado en ARM7TDMI.
- Desarrollado por el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Victoria, Canadá.
- De distribución libre para uso académico.

ARMSim# - Instalador

https://gitlab.com/ramiroberruezo/arm-lab

ARMSim# - Enlaces de interés

- ARM7TDMI Technical Reference Manual

  https://developer.arm.com/docs/ddi0029/latest/preface

- Instalación (v2.1)

  http://webhome.cs.uvic.ca/~nigelh/ARMSim-V2.1/index.html

- Guía de usuario

  https://www.lri.fr/~de/ARM-Tutorial.pdf

- Primeros pasos

  https://homepage.cs.uiowa.edu/~ghosh/GettingStarted.pdf

- Página principal

  https://connex.csc.uvic.ca/access/content/group/ARMSim/SIMWeb/index.html

Dudas

Consultas

Feedback