



IS-603 Arquitectura de Computadoras

II Parcial - Introducción a la gestión de subrutinas

IS-UNAH

I PAC 2024



Contenido

- 1 Conceptos básicos de subrutinas
Llamada y retorno de una subrutina
- 2 Paso de parámetros por valor
- 3 Paso de parámetros por referencia
- 4 Ejercicios



Se utilizan dos instrucciones clave: `bl <etiqueta>` y `mov pc, lr`.

`bl <etiqueta>` Almacena la dirección de memoria de la siguiente instrucción en LR (Link Register, Registro de enlace) (r14). $LR \leftarrow PC + 4$. El 4 es porque la instrucción de salto a la subrutina se codifica en 2 medias palabras.

`mov pc, lr` Realiza la asignación $PC \leftarrow LR$ para ejecutar el retorno al programa invocador.



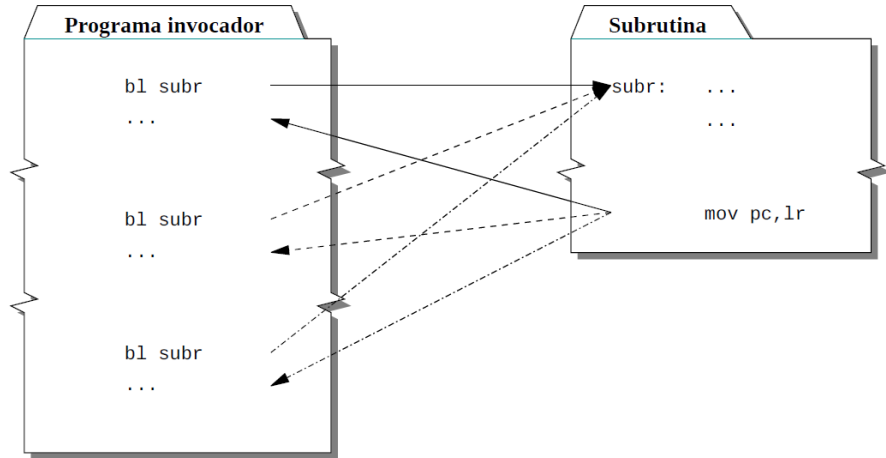


Figura 6.1: Llamada y retorno de una subrutina



Analice el siguiente programa e identifique los saltos que realiza el programa y qué tarea ejecuta.



```

1      .data
2  datos:  .word 5, 8, 3, 4
3  suma1:  .space 4
4  suma2:  .space 4
5
6      .text
7      @ -----
8      @ Programa invocador
9      @ -----
10 main:   ldr r4, =datos
11
12         ldr r0, [r4]
13         ldr r1, [r4, #4]
14 primera: bl suma
15         ldr r5, =suma1
16         str r0, [r5]
17         ldr r0, [r4, #8]
18         ldr r1, [r4, #12]

```

```

19 segunda: bl suma
20         ldr r5, =suma2
21         str r0, [r5]
22
23 stop:   wfi
24
25         @ -----
26         @ Subrutina
27         @ -----
28 suma:   add r0, r0, r1
29         mov pc, lr
30
31         .end

```



Paso de parámetros

- ❶ El Paso de parámetros es el mecanismo para compartir datos entre el programa invocador y las subrutinas.
- ❷ los parámetros pueden ser de entrada, de salida, o de entrada/salida.
- ❸ Se establece un convenio para indicar dónde están físicamente los parámetros; los más comunes son los registros, y la memoria.



Parámetros en ARM

- 1 ARM define los registros `r0`, `r1`, `r2`, `r3` como parámetros de entrada, de salida, o ambos.
- 2 ¿Se necesita más de 4 parámetros? Se utiliza un mecanismo mediante la pila^a (Capítulo 7)
- 3 Se establece un convenio para indicar dónde están físicamente los parámetros; los más comunes son los registros, y la memoria.

^a¿Qué es una pila?



Parámetros por valor

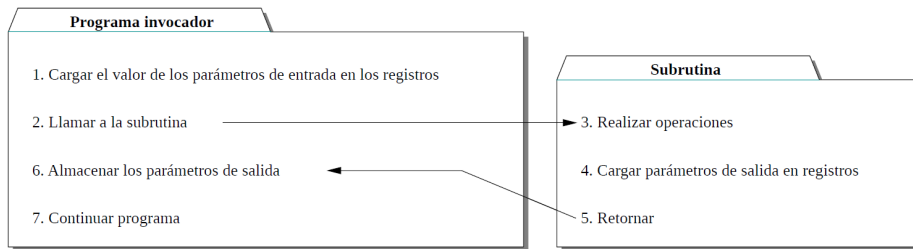


Figura 6.2: Paso de parámetros por valor



Para el siguiente programa, observe que los datos se cargan en r0 y en r1, y luego se llama a la subrutina.



```

1          .data
2  datos:  .word 5, 8, 3, 4
3  suma1:  .space 4
4  suma2:  .space 4
5
6          .text
7          @ -----
8          @ Programa invocador
9          @ -----
10 main:    ldr r4, =datos
11
12          ldr r0, [r4]
13          ldr r1, [r4, #4]
14 primera: bl suma
15          ldr r5, =suma1
16          str r0, [r5]
17          ldr r0, [r4, #8]
18          ldr r1, [r4, #12]

```

```

19 segunda: bl suma
20          ldr r5, =suma2
21          str r0, [r5]
22
23 stop:    wfi
24
25          @ -----
26          @ Subrutina
27          @ -----
28 suma:    add r0, r0, r1
29          mov pc, lr
30
31          .end

```

06_suma_valor.s, pp. 152,
capítulo 6



Parámetros por referencia

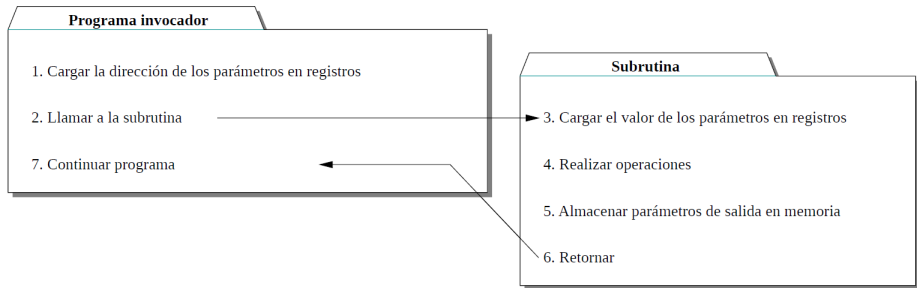


Figura 6.3: Paso de parámetros por referencia



Para el siguiente programa, observe que en r0, r1 y r2 se cargan las **direcciones de memoria** donde se encuentran los datos, luego se llama la subrutina y es ella quien **carga** los datos.



1	.data		
2	datos: .word 5, 8, 3, 4		
3	suma1: .space 4	18	segunda: bl suma
4	suma2: .space 4	19	
5		20	stop: wfi
6	.text	21	
7	@ -----	22	@ -----
8	@ Programa invocador	23	@ Subrutina
9	@ -----	24	@ -----
10	main: ldr r0, =datos	25	suma: ldr r0, [r0]
11	ldr r1, =datos + 4	26	ldr r1, [r1]
12	ldr r2, =suma1	27	add r0, r0, r1
13	primera: bl suma	28	str r0, [r2]
14		29	mov pc, lr
15	ldr r0, =datos + 8	30	.end
16	ldr r1, =datos + 12		
17	ldr r2, =suma2		

06_suma_referencia.s, pp. 153, capítulo 6



¿Por valor o por referencia?

Para decidir, tome en cuenta los siguientes casos:

Parámetros de entrada Por valor Por ejemplo, datos escalares que no deban ser modificados por la subrutina antes de utilizarlos.

Parámetros de salida Puede usar cualquier mecanismo. Si se pasa por referencia, la subrutina debe conocer la dirección de memoria donde almacenará el dato.

Entrada/Salida Por referencia. La subrutina debe poder leer el dato y conocer la dirección dónde almacenará el resultado.



Ejercicios

Desarrolle los siguientes ejercicios utilizando el simulador. Trate de bosquejarlos en papel y entender el ejercicio antes de ejecutarlo y comprobar sus resultados.

- 6.8 (Requiere desarrollar el ejercicio plateado en la página 156)
- 6.9



En clase se desarrollaron ambos incisos del ejercicio 6.9.
El código lo puede encontrar en los archivos del grupo de
WhatsApp.

