

## Problema de Repertorio de Instrucciones

Considérese un computador hipotético que cuenta con una memoria principal de  $2^{n-1}$  palabras de  $n$  bits. La CPU contiene un acumulador (AC) de  $n$  bits y tiene una sola instrucción de proceso: SUBS X (resta y almacena). Esta instrucción se comporta de la siguiente forma:

$$\text{SUBS X} \rightarrow \begin{cases} \text{AC} \leftarrow \text{AC} - \text{M(X)} \\ \text{M(X)} \leftarrow \text{AC} \end{cases}$$

Una palabra en memoria puede ser una instrucción o un dato en complemento a dos. Al comenzar cualquier programa, la posición de memoria 0 siempre contendrá el valor 0 ( $\text{M}(0) = 0$ ). Para que tus instrucciones funcionen correctamente, si modifican el valor de  $\text{M}(0)$ , al final deberían dejarlo otra vez con valor 0 para que las siguientes instrucciones puedan tenerlo también de referencia.

Probar que con esta única instrucción pueden realizarse las siguientes operaciones:

- CLA                      Borra el acumulador ( $\text{AC} \leftarrow 0$ )
- NEG                      Cambia el signo del acumulador ( $\text{AC} \leftarrow -\text{AC}$ )
- LOAD X                Carga valor de posición X en AC ( $\text{AC} \leftarrow \text{M(X)}$ )
- STORE X              Almacena el valor de AC en posición X ( $\text{M(X)} \leftarrow \text{AC}$ )
- ADD X                  Suma la posición X a AC ( $\text{AC} \leftarrow \text{AC} + \text{M(X)}$ )

### CLA

$$\text{SUBS } 0 \rightarrow \text{AC} \leftarrow \text{AC} - \text{M}(0) = \text{AC}.$$

$$\text{M}(0) \leftarrow \text{AC}.$$

$$\text{SUBS } 0 \rightarrow \text{AC} \leftarrow \text{AC} - \text{M}(0) = \text{AC} - \text{AC} = 0$$

$$\text{M}(0) \leftarrow 0$$

### NEG

$$\text{SUBS } 0 \rightarrow \text{AC} \leftarrow \text{AC} - \text{M}(0) = \text{AC}.$$

$$\text{M}(0) \leftarrow \text{AC}.$$

$$\text{SUBS } T_1 \rightarrow \text{AC} \leftarrow \text{AC} - \text{M}(T_1)$$

$$\text{M}(T_1) \leftarrow \text{AC} - \text{M}(T_1)$$

$$\text{SUBS } T_1 \rightarrow \text{AC} \leftarrow \text{AC} - \text{M}(T_1) - (\text{AC} - \text{M}(T_1)) = 0$$

$$\text{M}(T_1) \leftarrow 0$$

$$\text{SUBS } 0 \rightarrow \text{AC} \leftarrow 0 - \text{M}(0) = 0 - \text{AC} = -\text{AC}.$$

$$\text{M}(0) \leftarrow -\text{AC}.$$

$$\text{SUBS } T_1 \rightarrow \text{AC} \leftarrow -\text{AC} - 0 = -\text{AC}.$$

$$\text{M}(T_1) \leftarrow -\text{AC}.$$

$$\text{SUBS } 0 \rightarrow \text{AC} \leftarrow -\text{AC} - (-\text{AC}) = 0$$

$$\text{M}(0) \leftarrow 0$$

$$\text{SUBS } T_1 \rightarrow \text{AC} \leftarrow 0 - (-\text{AC}) = \text{AC}.$$

$$\text{M}(T_1) \leftarrow \text{AC}.$$

$$\text{CLA} \rightarrow \text{AC} \leftarrow 0$$

$$\text{SUBS } T_1 \rightarrow \text{AC} \leftarrow 0 - \text{M}(T_1) = 0 - \text{AC} = -\text{AC}.$$

$$\text{M}(T_1) \leftarrow -\text{AC}.$$

### LOAD X

CLA  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  0

SUBS X  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  0 - M.(X) = -M.(X)

M(X)  $\leftarrow$  -M.(X)

CLA  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  0

SUBS X  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  0 - (-M.(X)) = M.(X)

M(X)  $\leftarrow$  M.(X)

### STORE X

NEG  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  -AC.

SUBS 0  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  -AC. - M(o) = -AC.

M(o)  $\leftarrow$  -AC.

SUBS X

SUBS X  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  0

M(X)  $\leftarrow$  0

SUBS 0  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  0 - (-AC.) = AC.

M(o)  $\leftarrow$  AC.

SUBS X  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  AC. - M(X) = AC. - 0 = AC.

M(X)  $\leftarrow$  AC.

SUBS 0

SUBS 0  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  0

M(o)  $\leftarrow$  0

LOAD X  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  AC.

### ADD X

NEG  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  -AC.

STORE T1  $\rightarrow$  M(T1)  $\leftarrow$  -AC.

LOAD X  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  M.(X)

SUBS T1  $\rightarrow$  AC  $\leftarrow$  M.(X) - M(T1) = M.(X) - (-AC.) = M.(X) + AC.

M(T1)  $\leftarrow$  M.(X) + AC.