

POPIS INŠTRUKCIÍ

Inštrukčný súbor CPU emulátora obsahuje 53 inštrukcií. Tieto inštrukcie môžeme rozdeliť do piatich základných skupín. Sú to:

- aritmetické a logické inštrukcie
- inštrukcie pre posun a rotáciu
- inštrukcie prenosu dát
- inštrukcie vetvenia
- špeciálne inštrukcie

1. ARITMETICKÉ A LOGICKÉ INŠTRUKCIE

ADD - Sčítanie bez Carry

Popis: Sčítanie obsahu dvoch registrov a umiestenie výsledku do registra Rd.

Operácia:

$$Rd \leftarrow Rd + Rs$$

Syntax:

ADD Rd, Rs

Parametre:

Rd, Rs – A, B, C, D

Čítač inštrukcií:

$$PC \leftarrow PC + 1$$

Nastavenie príznakov: Z, CY

ADC - Sčítanie s Carry

Popis: Sčítanie obsahu dvoch registrov a obsahu príznakového bitu Carry a umiestenie výsledku do registra Rd.

Operácia:

$$Rd \leftarrow Rd + Rs + CY$$

Syntax:

ADC Rd, Rs

Parametre:

Rd, Rs – A, B, C, D

Čítač inštrukcií:

$$PC \leftarrow PC + 1$$

Nastavenie príznakov: Z, CY

ADI – Pripočítanie konštanty

Popis: Pripočítanie konštanty k obsahu registra a uloženie výsledku do registra.

Operácia:

$$Rd \leftarrow Rd + K$$

Syntax:

ADI Rd, K

Parametre:

Rd – A, B, C, D; $0 \leq K \leq 255$

Čítač inštrukcií:

$$PC \leftarrow PC + 1$$

Nastavenie príznakov: Z, CY

SUB – Odčítanie bez Carry

Popis: Odčítanie obsahov dvoch registrov a uloženie výsledku do registra Rd.

Operácia:

$$Rd \leftarrow Rd - Rs$$

Syntax:

SUB Rd, Rs

Parametre:

Rd, Rs – A, B, C, D

Čítač inštrukcií:

$$PC \leftarrow PC + 1$$

Nastavenie príznačov: Z,CY

SUC– Odčítanie s Carry

Popis: Odčítanie obsahu registra Rs a Carry od obsahu registra Rd a uloženie výsledku do registra Rd.

Operácia:

$$Rd \leftarrow Rd - Rs - CY$$

Syntax:

SBC Rd, Rs

Parametre:

Rd, Rs – A, B, C, D

Čítač inštrukcií:

$$PC \leftarrow PC + 1$$

Nastavenie príznačov: Z, CY

SBI – Odčítanie konštanty

Popis: Odčítanie konštanty od obsahu registra a uloženie výsledku do registra.

Operácia:

$$Rd \leftarrow Rd - K$$

Syntax:

SBI Rd, K

Parametre:

Rd – A, B, C, D; $0 \leq K \leq 255$

Čítač inštrukcií:

$$PC \leftarrow PC + 1$$

Nastavenie príznačov: Z, CY

AND - Logický AND

Popis: Operácia vykoná logický AND medzi registrom Rd a registrom Rs z následným uložením výsledku do registra Rd.

Operácia:

$$Rd \leftarrow Rd \bullet Rs$$

Syntax:

AND Rd, Rs

Parametre:

Rd, Rs – A, B, C, D

Čítač inštrukcií:

$$PC \leftarrow PC + 1$$

Nastavenie príznačov: Z

ANI - Logický AND s konštantou

Popis: Vykoná logický AND medzi obsahom registra Rd a konštantou z následným uložením výsledku do registra Rd.

Operácia:

$$Rd \leftarrow Rd \bullet K$$

Syntax:

ANI Rd, K

Parametre:

Rd – A, B, C, D; $0 \leq K \leq 255$

Čítač inštrukcií:

$$PC \leftarrow PC + 1$$

Nastavenie príznačov: Z

ORR – Logický OR

Popis: Vykoná logický OR medzi obsahom registra Rd a obsahom registra Rs z následným uložením výsledku do registra Rd.

Operácia:

$$Rd \leftarrow Rd \vee Rs$$

Syntax:

ORR Rd, Rs

Parametre:

Rd, Rs – A, B, C, D

Čítač inštrukcií:

$$PC \leftarrow PC + 1$$

Nastavenie príznačov: Z

ORI - Logický OR s konštantou

Popis: Vykoná logický OR medzi obsahom registra Rd a konštantou z následným uložením výsledku do registra Rd.

Operácia:

$Rd \leftarrow Rd \vee K$

Syntax:

ORI Rd,K

Parametre:

Rd – A,B,C,D; $0 \leq K \leq 255$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

Nastavenie príznakov: Z

XOR – Exkluzívny OR

Popis: Vykoná logickú operáciu XOR medzi obsahom registra Rd a obsahom registra Rs a uloží výsledok do registra Rd.

Operácia:

$Rd \leftarrow Rd \oplus Rs$

Syntax:

XOR Rd,Rs

Parametre:

Rd,Rs – A,B,C,D

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

Nastavenie príznakov: Z

XRI - Exkluzívny OR s konštantou

Popis: Vykoná logickú operáciu XOR medzi obsahom registra Rd a konštantou z následným uložením výsledku do registra Rd.

Operácia:

$Rd \leftarrow Rd \oplus K$

Syntax:

XRI Rd,K

Parametre:

Rd – A,B,C,D; $0 \leq K \leq 255$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

Nastavenie príznakov: Z

INC – Inkrement

Popis: Pripočíta jednotku k obsahu registra a výsledok umiestni do tohto registra.

Operácia:

$Rd \leftarrow Rd + 1$

Syntax:

INC Rd

Parametre:

Rd – A,B,C,D

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

Nastavenie príznakov: Z,CY

INX – Inkrement 16-bitového registra

Popis: Pripočíta jednotku k obsahu registra a výsledok umiestni do tohto registra.

Operácia:

$Rd \leftarrow Rd + 1$

Syntax:

INX Rd

Parametre:

Rd – S,M

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

Nastavenie príznakov: Z,CY

DEC – Dekrement

Popis: Odpočíta jednotku od obsahu registra a výsledok umiestni do tohto registra.

Operácia:

$Rd \leftarrow Rd - 1$

Syntax:

DEC Rd

Parametre:

Rd – A,B,C,D

Čítač inštrukcií:

PC \leftarrow PC + 1

Nastavenie príznakov: Z,CY

DCX – Dekrement 16-bitového registra

Popis: Odpočíta jednotku od obsahu registra a výsledok umiestni do tohto registra.

Operácia:

$Rd \leftarrow Rd - 1$

Syntax:

DCX Rd

Parametre:

Rd – S,M

Čítač inštrukcií:

PC \leftarrow PC + 1

Nastavenie príznakov: Z,CY

CMP – Porovnanie obsahu dvoch registrov

Popis: Nedeštruktívne odčítanie obsahov dvoch registrov a nastavenie príznakov.

Operácia:

$Rd - Rs$

Syntax:

CMP Rd, Rs

Parametre:

Rd, Rs – A,B,C,D

Čítač inštrukcií:

PC \leftarrow PC + 1

Nastavenie príznakov: Z,CY

CMI – Porovnanie obsahu registra a konštanty

Popis: Nedeštruktívne odčítanie konštanty od obsahu registra a nastavenie príznakov.

Operácia:

$Rd - K$

Syntax:

CMI Rd, K

Parametre:

Rd – A,B,C,D; $0 \leq K \leq 255$

Čítač inštrukcií:

PC \leftarrow PC + 1

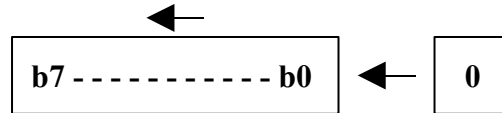
Nastavenie príznakov: Z,CY

2. INŠTRUKCIE POSUNU A ROTÁCIE

SHL – logický posun vľavo

Popis: Posunie všetky bity registra o daný počet miest doľava. Do n spodných bitov uloží nulu.

Operácia:



Syntax:

SHL Rd,n

Parametre:

Rd – A,B,C,D; $1 \leq n \leq 8$

Čítač inštrukcií:

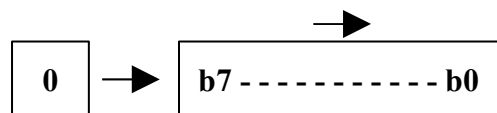
PC \leftarrow PC + 1

Nastavenie príznakov: Z

SHR – logický posun vpravo

Popis: Posunie všetky bity registra o daný počet miest doprava. Do n horných bitov uloží nulu.

Operácia:



Syntax:

SHR Rd,n

Parametre:

Rd – A,B,C,D; $1 \leq n \leq 8$

Čítač inštrukcií:

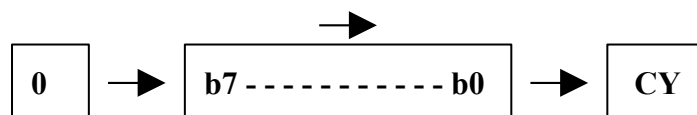
PC \leftarrow PC + 1

Nastavenie príznakov: Z

SCR – logický posun vpravo s Carry

Popis: Posunie všetky bity registra o daný počet miest doprava. Do n horných bitov uloží nulu. Nultý bit sa pri každom posune uloží do Carry.

Operácia:



Syntax:

SCR Rd,n

Parametre:

Rd – A,B,C,D; $1 \leq n \leq 8$

Čítač inštrukcií:

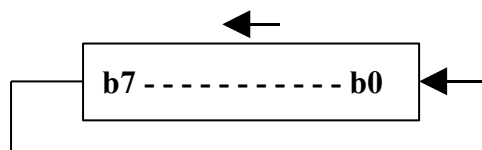
PC \leftarrow PC + 1

Nastavenie príznakov: Z,CY

RTL – rotácia vľavo

Popis: Posunie všetky bity v registri Rd doľava o n miest. Pri každom posune uloží do nultého bitu obsah siedmeho bitu.

Operácia:



Syntax:

RTL Rd,n

Parametre:

Rd – A,B,C,D; $1 \leq n \leq 8$

Čítač inštrukcií:

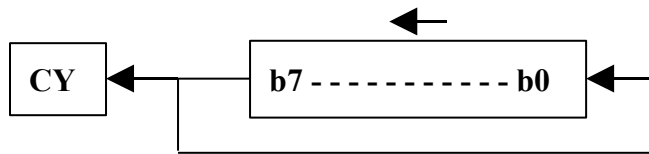
PC \leftarrow PC + 1

Nastavenie príznakov: Z

RCL – rotácia vľavo s Carry

Popis: Posunie všetky bity v registri Rd doľava o n miest. Pri každom posune uloží do nultého bitu obsah siedmeho bitu. Siedmy bit sa pri každom posune ukladá do Carry.

Operácia:



Syntax:

RCL Rd,n

Parametre:

Rd – A,B,C,D; $1 \leq n \leq 8$

Čítač inštrukcií:

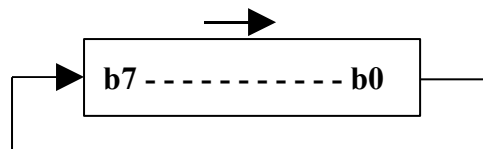
PC \leftarrow PC + 1

Nastavenie príznakov: Z,CY

RTR – rotácia vpravo

Popis: Posunie všetky bity v registri Rd doprava o n miest. Pri každom posune uloží do siedmeho bitu obsah nultého bitu.

Operácia:



Syntax:

RTR Rd,n

Parametre:

Rd – A,B,C,D; $1 \leq n \leq 8$

Čítač inštrukcií:

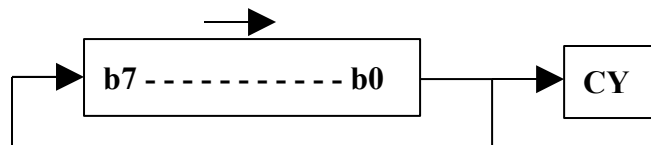
PC \leftarrow PC + 1

Nastavenie príznakov: Z

RCR – rotácia vpravo s Carry

Popis: Posunie všetky bity v registri Rd doprava o n miest. Pri každom posune uloží do siedmeho bitu obsah nultého bitu a do Carry sa uloží nultý bit.

Operácia:



Syntax:

RCR Rd,n

Parametre:

Rd – A,B,C,D; $1 \leq n \leq 8$

Čítač inštrukcií:

PC \leftarrow PC + 1

Nastavenie príznakov: Z,CY

3. INŠTRUKCIE PRENOSU DÁT

MOV – Kopírovanie obsahu registra

Popis: Tato inštrukcia zapíše do registra Rd obsah registra Rs

Operácia:

$Rd \leftarrow Rs$

Syntax:

MOV Rd, Rs

Parametre:

Rd, Rs – A, B, C, D

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

MVI – Načítanie konštanty do registra

Popis: Načítanie 8-bitovej konštanty do registra

Operácia:

$Rd \leftarrow K$

Syntax:

MVI Rd, K

Parametre:

Rd – A, B, C, D; $0 \leq K \leq 255$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

MXI – Načítanie 16-bitovej konštanty do registra

Popis: Načítanie 16-bitovej konštanty do registra

Operácia:

$Rd \leftarrow K$

Syntax:

MXI Rd, K

Parametre:

Rd – S, M; $0 \leq K \leq 65535$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

MVX – Kopírovanie dvoch 8-bitových registrov do 16-bitového, alebo naopak

Popis: Tato inštrukcia zapíše do 16-bitového registra obsah dvoch 8-bitových registrov, alebo naopak.

Syntax:

MVX S, A

MVX M, A

MVX C, S

MVX C, M

Operácia:

$SP \leftarrow BA$

$MP \leftarrow BA$

$CD \leftarrow SP$

$CD \leftarrow MP$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

MMR – Načítanie konštanty z pamäti programu

Popis: Načítanie konštanty z pamäti programu do registra Rd. V registri Rs je uložený index miesta v pamäti. Definovanie konštanty v pamäti programu sa uskutočňuje inštrukciou BYTE.

Operácia:

$Rd \leftarrow [Rs]$

Syntax:

MMR Rd, Rs

Parametre:

Rd, Rs – A, B, C, D

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

LMI – Načítanie pamäte do registra s použitím adresy

Popis: Načíta 1 byte do registra z miesta v pamäti, ktoré je dané adresou.

Operácia:

$Rd \leftarrow [adr]$

Syntax:

LMI Rd, adr

Parametre:

Rd – A, B, C, D; $0 \leq adr \leq 65535$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

LMR – Nepriame načítanie do registra s použitím smerníka MP

Popis: Načíta 1 byte do registra z miesta v pamäti, na ktoré ukazuje smerník MP.

Operácia:

$Rd \leftarrow [MP]$

Syntax:

LMR Rd

Parametre:

$Rd - A, B, C, D$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

SMI – Uloženie obsahu registra do pamäte s použitím adresy

Popis: Uloží obsah registra do miesta v pamäti, ktoré je dané adresou.

Operácia:

$[adr] \leftarrow Rs$

Syntax:

SMI adr, Rs

Parametre:

$Rs - A, B, C, D; 0 \leq adr \leq 65535$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

SMR – Nepriame uloženie obsahu registra do pamäte s použitím smerníka MP

Popis: Uloží obsah registra do miesta v pamäti, na ktoré ukazuje smerník MP.

Operácia:

$[MP] \leftarrow Rs$

Syntax:

SMR Rs

Parametre:

$Rs - A, B, C, D$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

INN – Čítanie z I/O registra

Popis: Načíta dáta z I/O registra daného adresou do registra Rd.

Operácia:

$Rd \leftarrow [adr]$

Syntax:

INN Rd, adr

Parametre:

$Rd - A, B, C, D; 0 \leq adr \leq 65535$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

OUT – Zapísanie do I/O registra

Popis: Zapíše obsah registra Rs do I/O registra daného adresou.

Operácia:

$[adr] \leftarrow Rs$

Syntax:

OUT adr, Rs

Parametre:

$Rs - A, B, C, D; 0 \leq adr \leq 65535$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

PUS – Uloženie obsahu registra do zásobníka

Popis: Zapíše obsah registra Rs do zásobníka.

Operácia:

$[SP] \leftarrow Rs$

Syntax:

PUS Rs

Parametre:

$Rs - A, B, C, D, F$

$Rs - M$

Zásobník:

$SP \leftarrow SP - 1$

$SP \leftarrow SP - 2$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

POP – Načítanie obsahu registra zo zásobníka

Popis: Načíta obsah registra Rd zo zásobníka.

Operácia:

$Rd \leftarrow [SP]$

Syntax:

POP Rd

Parametre:

Rd – A,B,C,D,F

Rd – M

Zásobník:

$SP \leftarrow SP + 1$

$SP \leftarrow SP + 2$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

STR – Zápis obsahu registra do špeciálnej pamäte

Popis: Zapiše obsah registra Rs na adresu špeciálnej 256 bajtovej pamäte, ktorá je uložená v registri Rd.

Operácia:

$[Rd] \leftarrow Rs$

Syntax:

STR Rd,Rs

Parametre:

Rd – A,B,C,D

Zásobník:

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

LDR – Čítanie obsahu adresy špeciálnej pamäte

Popis: Do registra Rd zapiše obsah adresy špeciálnej 256 bajtovej pamäte, ktorá je uložená v registri Rs.

Operácia:

$Rd \leftarrow [Rs]$

Syntax:

LDR Rd,Rs

Parametre:

Rd – A,B,C,D

Zásobník:

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

4. Inštrukcie vetvenia

JMP – Bezpodmienečný skok

Popis: Vykoná skok na dané návěstie v programe.

Operácia:

$PC \leftarrow [nav]$

Syntax:

JMP nav

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow [nav]$

JZR – Skok ak Zero = 1

Popis: Táto inštrukcia vykoná skok na dané návěstie, ak je príznak Zero nastavený.

Operácia:

if $Z = 1$ then $PC \leftarrow [nav]$ else $PC \leftarrow PC + 1$

Syntax:

JZR nav

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow [nav]$ ak $Z = 1$

$PC \leftarrow PC + 1$ ak $Z = 0$

JNZ – Skok ak Zero = 0

Popis: Táto inštrukcia vykoná skok na dané návěstie, ak je príznak Zero nulový.

Operácia:

if $Z = 0$ then $PC \leftarrow [nav]$ else $PC \leftarrow PC + 1$

Syntax:

JNZ nav

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow [nav]$ ak $Z = 0$

$PC \leftarrow PC + 1$ ak $Z = 1$

JCY – Skok ak Carry = 1

Popis: Táto inštrukcia vykoná skok na dané návěstie, ak je príznak Carry nastavený.

Operácia:

if $CY = 1$ then $PC \leftarrow [nav]$ else $PC \leftarrow PC + 1$

Syntax:

JCY nav

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow [nav]$ ak $CY = 1$

$PC \leftarrow PC + 1$ ak $CY = 0$

JNC – Skok ak Carry = 0

Popis: Táto inštrukcia vykoná skok na dané návěstie, ak je príznak Carry nulový.

Operácia:

if $CY = 0$ then $PC \leftarrow [nav]$ else $PC \leftarrow PC + 1$

Syntax:

JNC nav

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow [nav]$ ak $CY = 0$

$PC \leftarrow PC + 1$ ak $CY = 1$

CAL – Bezpodmienečné volanie podprogramu

Popis: Volá podprogram, ktorého začiatok je daný návěstím. Návratová adresa (inštrukcia po CAL) je uložená do zásobníka.

Operácia:

$PC \leftarrow [nav]$

Syntax:

CAL nav

Zásobník:

$STACK \leftarrow PC + 1$

$SP \leftarrow SP - 1$

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow [nav]$

CZR – Volanie podprogramu ak Zero = 1

Popis: Táto inštrukcia zavolá podprogram daný návestím, ak je príznak Zero nastavený. Návrátová adresa (inštrukcia po CZR) je uložená do zásobníka.

Operácia:

if $Z = 1$ then $PC \leftarrow [nav]$ else $PC \leftarrow PC + 1$

Syntax:

CZR nav

ak $Z = 1$

Zásobník:

STACK $\leftarrow PC + 1$

SP $\leftarrow SP - 1$

ak $Z = 0$

–

Čítač inštrukcií:

PC $\leftarrow [nav]$

PC $\leftarrow PC + 1$

CNZ – Volanie podprogramu ak Zero = 0

Popis: Táto inštrukcia zavolá podprogram daný návestím, ak je príznak Zero nulový. Návrátová adresa (inštrukcia po CNZ) je uložená do zásobníka.

Operácia:

if $Z = 0$ then $PC \leftarrow [nav]$ else $PC \leftarrow PC + 1$

Syntax:

CNZ nav

ak $Z = 0$

Zásobník:

STACK $\leftarrow PC + 1$

SP $\leftarrow SP - 1$

ak $Z = 1$

–

Čítač inštrukcií:

PC $\leftarrow [nav]$

PC $\leftarrow PC + 1$

CCY – Volanie podprogramu ak Carry = 1

Popis: Táto inštrukcia zavolá podprogram daný návestím, ak je príznak Carry nastavený. Návrátová adresa (inštrukcia po CCY) je uložená do zásobníka.

Operácia:

if $CY = 1$ then $PC \leftarrow [nav]$ else $PC \leftarrow PC + 1$

Syntax:

CCY nav

ak $CY = 1$

Zásobník:

STACK $\leftarrow PC + 1$

SP $\leftarrow SP - 1$

ak $CY = 0$

–

Čítač inštrukcií:

PC $\leftarrow [nav]$

PC $\leftarrow PC + 1$

CNC – Volanie podprogramu ak Carry = 0

Popis: Táto inštrukcia zavolá podprogram daný návestím, ak je príznak Carry nulový. Návrátová adresa (inštrukcia po CNC) je uložená do zásobníka.

Operácia:

if $CY = 0$ then $PC \leftarrow [nav]$ else $PC \leftarrow PC + 1$

Syntax:

CNC nav

ak $CY = 0$

Zásobník:

STACK $\leftarrow PC + 1$

SP $\leftarrow SP - 1$

ak $CY = 1$

–

Čítač inštrukcií:

PC $\leftarrow [nav]$

PC $\leftarrow PC + 1$

RET – Návrát z podprogramu

Popis: Vykoná návrat z podprogramu. Návrátová adresa je načítaná zo zásobníka.

Operácia:

PC \leftarrow STACK

Syntax:

RET

Zásobník:

SP $\leftarrow SP + 1$

Čítač inštrukcií:

PC \leftarrow STACK

5. ŠPECIÁLNE INŠTRUKCIE

EIT – Povolenie prerušenia

Popis: Táto inštrukcia povolí prerušenie procesora, ale až po vykonaní inštrukcie nasledujúcej po inštrukcii EIT.

Operácia:

$EI \leftarrow 1$

Syntax:

EIT

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

DIT – Zakázanie prerušenia

Popis: Táto inštrukcia zakáže prerušenie procesora.

Operácia:

$EI \leftarrow 0$

Syntax:

DIT


Čítač inštrukcií:


$PC \leftarrow PC + 1$

SCALL – Špeciálna inštrukcia pre interakciu programu s užívateľom

Popis: Táto inštrukcia umožňuje načítať do registra D klávesu stlačenú užívateľom, alebo zobrazíť obsah registra D na displeji.

Operácia:

1. SCALL KEY : $D \leftarrow \text{klávesa}$ 

2. SCALL DSP : $\text{displej} \leftarrow D$ 

Syntax:

1. SCALL KEY

2. SCALL DSP

Čítač inštrukcií:

$PC \leftarrow PC + 1$

$PC \leftarrow PC + 1$

BYTE – Definícia konštanty v pamäti programu

Popis: Táto pseudoinštrukcia umožňuje definovať konštanty umiestnené v pamäti programu. Ich čítanie zabezpečuje inštrukcia MMR.

Syntax:

BYTE K

Parametre:

$0 \leq K \leq 255$