LABORATORIJSKE VAJE, 2. letnik - **03 -** Mikroprocesorji in mikrokontrolerji

**Arhitektura računalnikov  
 ATMEL AVR STUDIO**

**ARITMETIČNO LOGIČNE OPERACIJE,   
SKOKI, PSEVDOUKAZI**

# Naloge

Za izvedbo naloge boste potrebovali program Lightshot ali podoben program za zajemanje slike ekrana. Odprite program AVR Studio in ustvarite projekt v zbirniku. Odgovorite na vprašanja in odgovore označite krepko (bold).

## Naloga 1

Spomnite se, kako izgleda podatkovni naslovni prostor v procesorju ATMEGA 328p.   
Izvajajte spodnji program korak za korakom. Kaj opazite? Da shrani 40 v r8 in 50 v r9 s ukazom STS

## 

Kakšna je razlika med ukazoma **lds r0, 0x0010** in **mov r0, r16**? Odgovor se skriva v dokumentaciji!

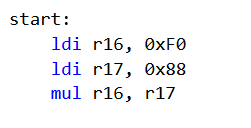
Ukaza se obnašćata enako. LDS rabi 2 cikla, MOV 1 cikel. LDI samo nastavi MOV pa skopira.

Napiši ekvivalenta ukazov (ukaza, ki naredita isto):  
 sts 0x0008, r16 mov r8, r16  
 sts 0x0009, r17 mov r9, r17

## Naloga 2

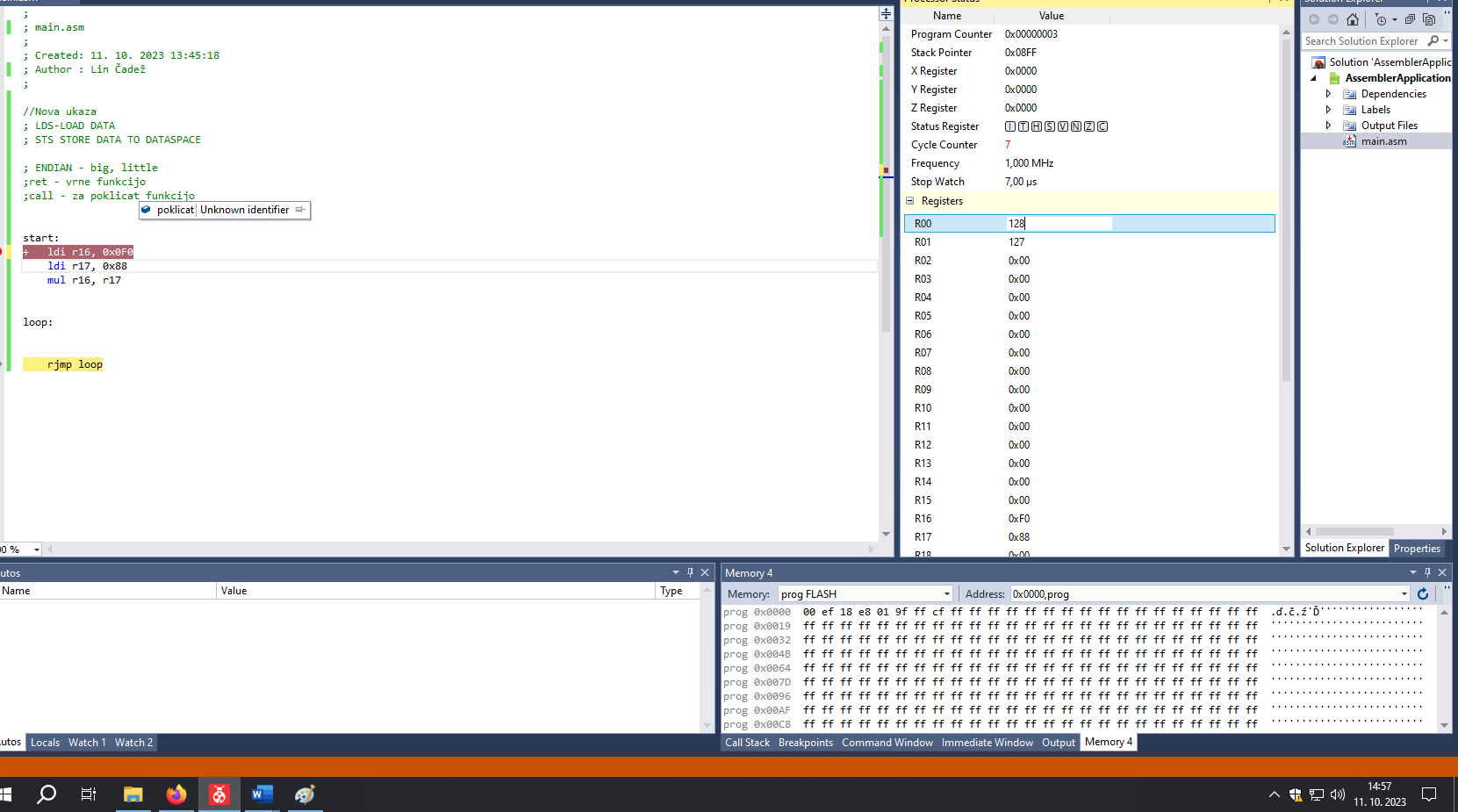
V binarni obliki izračunajte na list papirja, koliko znaša 0x0F0 \* 0x88 ! Rezultat (v hex.): 0x7F80

Poglej dokumentacijo in opiši, kako deluje ukaz MUL! MUL zmnoži 2 8-bitni številkici in da 16-bitno v obliki PRODUCT HIGH IN PRODUCT LOW



Izvedi program ukaz za ukazom! Primerjaj stanje registrov z rezultatom množenja zgoraj!   
Pojasni sosedu, kaj se je zgodilo!

Pou je je v r0 pou v r1 in ko daš skupi pride prou akia. 0x7F80



Kolikšna je velikost faktorjev (v bitih)? 8-bitne številke Kolikšna je velikost rezultata v bitih? 16-bitna  
Kje in kako vidite rezultat operacije množenja? V registru r0 in r1

## Naloga 3

Preberi spodnje besedilo in na podlagi rezultata zgoraj opredeli, ali ATMEGA 328p uporablja big ali little endian način zapisa števil.

In big-endian format, whenever addressing memory or sending/storing words bytewise, the most significant byte — the byte containing the [most significant bit](https://en.wikipedia.org/wiki/Most_significant_bit) — is stored first (has the lowest address) or sent first, then the following bytes are stored or sent in decreasing significance order, with the least significant byte — the one containing the [least significant bit](https://en.wikipedia.org/wiki/Least_significant_bit) — stored last (having the highest address) or sent last.

Little-endian format reverses this order: the sequence addresses/sends/stores the least significant byte first (lowest address) and the most significant byte last (highest address). Most computer systems prefer a single format for all its data; using the system's native format is automatic. But when reading memory or receiving transmitted data from a different computer system, it is often required to process and translate data between the preferred native endianness format to the opposite format.

Uporablja **little-endian** način zapisa.

## Naloga 4

Vnesite naslednji program in ga izvajajte korak za korakom, vse dokler ne pridete na začetek.   
Ob vsakem koraku zapišite vsebino registra PC in koliko ciklov se je izvajal dotični ukaz.   
Odgovorite na vprašanja.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| PC program counter | Trajanje v ciklih | Program |
| 0x00000000 | 0 |  |
| 0x00000050 | 1 |
| 0x00000051 | 1 |
| 0x00000052 | 1 |
| 0x00000053 | 2 |
| 0x00000054 | 2 |
| 0x00000056 | 2 |
| 0x00000058 | 2 |
| 0x00000040 | 2 |
| 0x00000041 | 1 |
| 0x00000042 | 1 |
| 0x00000043 | 2 |
| 0x00000050 | 2 |
| 0x00000051 | 1 |
| 0x00000052 | 1 |
| 0x00000053 | 2 |
| 0x00000054 | 2 |
| 0x00000056 | 2 |
| 0x00000058 | 2 |
| 0x00000040 | 2 |
| 0x00000041 | 1 |
| 0x00000042 | 1 |
| 0x00000043 | 2 |

### Vprašanja

|  |  |
| --- | --- |
| Koliko je 0x03 << 3? | Zamakne binarno številko za 3=>0x18 |
| Koliko je 0x01 << 3? | 0x08 |
| Katero operacijo pomeni oznaka << ? | Premikane binarno številko v levo za toliko mest |
| Se rezultat izraza izračuna med delovanjem programa ali pri prevajanju v strojno kodo? |  |
| Čemu služita ukaza rjmp in jmp? |  |
| .ORG je t.i. psevdo ukaz. Kaj to pomeni? |  |
| Čemu služi .ORG? |  |
| Če bi oznake nadomestili z vrednostmi PC, kakšne bi bile vrednosti za |  |
| start |  |
| cont1 |  |
| cont2 |  |
| cont3 |  |

## Naloga 5

Ukaza LDS (Load from Data Space) in STS (Store to Data Space) sta namenjena branju vrednosti iz podatkovnega naslovnega prostora oz. pisanju vanj. Ukaz BRNE ima enako vlogo, kot ukaz RJMP, le da se skok zgodi le, če je zastavica Z = 0.

Vnesite in preizkusite primer spodaj. Ugotovite, kaj program dela.

|  |  |
| --- | --- |
| .org 0x0000 |  |
| rjmp start | Odšteva dokler ni 0 |
|  |  |
| .org 0x0050 |  |
| start: |  |
| ldi r16,0x05 |  |
| sts 0x0100, r16 |  |
|  |  |
| loop: |  |
| lds r16, 0x0100 |  |
| dec r16 |  |
| sts 0x100, r16 |  |
|  |  |
| brne loop |  |
|  |  |
| forever: |  |
| rjmp forever |  |

## Naloga 6 (ponovitev in dodatek):

Napišite program, ki bo seštel dve 16 bitni števili; 0x1234 in 0x9999 in rezultat spravil v RAM na naslov 0x0100 in 0x0101. Preverite rezultat s kalkulatorjem in v razhroščevalniku.

CD, AB

## Naloga 7

Z zanko, podobno nalogi 5, naredite del programa, ki bo porabil natanko 10 ciklov (pri uri 1 Mhz je to natanko 10 μs).

