PŘÍSTUP K JEDNOTLIVÝM VÝVODŮM PROCESORU

Přístup k jednotlivým vývodů procesoru závisí na:

- Architektuře procesoru
- Na způsobu připojení bran.

První procesory měli brány umístěné ve vstupně - výstupním (I/O) prostoru. Byl-li vyžadován rychlejší přístup, pak byly mapovány do prostoru datové paměti (paměťově-mapované). Vstupy i výstupy byly dostupné po bytech nebo slovech. Přístup k bitům jednotlivých bytů řeší u starých a starších procesorů paměťové nároky pro proměnné typu indikátor. Změna jednoho bitu (nastavení/nulování) spočívalo v realizaci operací čtení, modifikace (logický součin nebo součet s konstantou) a zápis.

S nástupem jednočipových procesorů se objevila možnost ovlivňovat jednotlivé vývody samostatně stejně jako možnost používat v programu bitové proměnné.

PŘÍSTUP K JEDNOTLIVÝM VÝVODŮM PROCESORU ŘADY 8051

V případě procesoru z řady 8051 mohou být jednotlivé vývody označeny symbolickým názvem, který vystihuje jeho funkci například

```
sbit  LED = P1^4;      // Označení vývodu P1.4 brány P1 v jazyce C. V
                       // programu se pak používá zápis LED=0; nebo
                       //  LED=1. Vývod je dostupný přímou adresou
                       //  vývodu.
```

V jazyce symbolických adres (assembleru) bude definice čtvrtého vývodu na bráně P3

```
MOTOR   set   P3.3   ;  Označení vývodu P3.3 brány
```

V programu pro vynulování vývodu P3.3 použijeme instrukci

```
CLR  MOTOR   nebo   CLR P3.3          ; Překladač označení vývodu
                    ; nahradí konkrétní adresou CLR 93h (třetí
                    ; možnost zápisu).
SETB MOTOR          ; Nastaví vývod P3.3 na log.1. Ani jedna z
```

uvedených variant nebrání použít instrukce (čtení-modifikace-zápis) `ORL P3, #08h`.

PŘÍSTUP K JEDNOTLIVÝM VÝVODŮM PROCESORU AVR

V případě procesorů AVR s menším počtem vývodů (<64) je situace obdobná jako u procesoru 8051.

U procesorů s větším počtem vývodů jsou nižší brány PA, PB, PC, PD, PE dostupné bitově a vyšší brány (záleží na procesoru) jako PF, PG, atd. jsou dostupné bytově.

Přístup k vývodům závisí na použitém vývojovém prostředí:

- Programově orientované prostředí např. GCC – přístup k bitům není podporován
- Hardwarově orientované prostředí např. CodeVision AVR, IAR podporují práci s bitovými proměnnými i jednotlivými bity bran. Například pro CodeVision AVR

```
#define MOSI    PORTB.2        // Výstupní signál sběrnice SPI,
                               //  vývod PB.2
#define MISO    PINB.3         // Vstupní signál sběrnice SPI
                               //  vývod PB.3
```

V programu pak použijeme zápis `MOSI=0;` nebo `MOSI=1;`. Pro vstupní vývod například `if (MISO==1) hodnota|=1;`

PŘÍSTUP K JEDNOTLIVÝM VÝVODŮM PROCESORU AVR

V JSA můžeme k periferiím ležících ve spodní polovině I/O prostoru (adresy 0x20÷0x40), přistupovat instrukcemi přímého přístupu k bitům I/O registrů.

Například SBI $02,4 (SBI 0x02,4), kde SBI je nastavení bitu, 0x02($02) představuje adresu výstupního registru PA v I/O oblasti (v adresách celého datového prostoru 0x22) a 4 představuje pátý bit registru. Pro vynulování bitu slouží instrukce CBI.

Do celého datového prostoru (včetně souboru registrů R0÷R31 a registrům I/O prostoru) se dostaneme instrukcemi s přímým přístupem LDS R2, $adresa (čtení do R2 z uvedené adresy). Pro zápis použijeme instrukci STS $adresa,R2 (zápis).

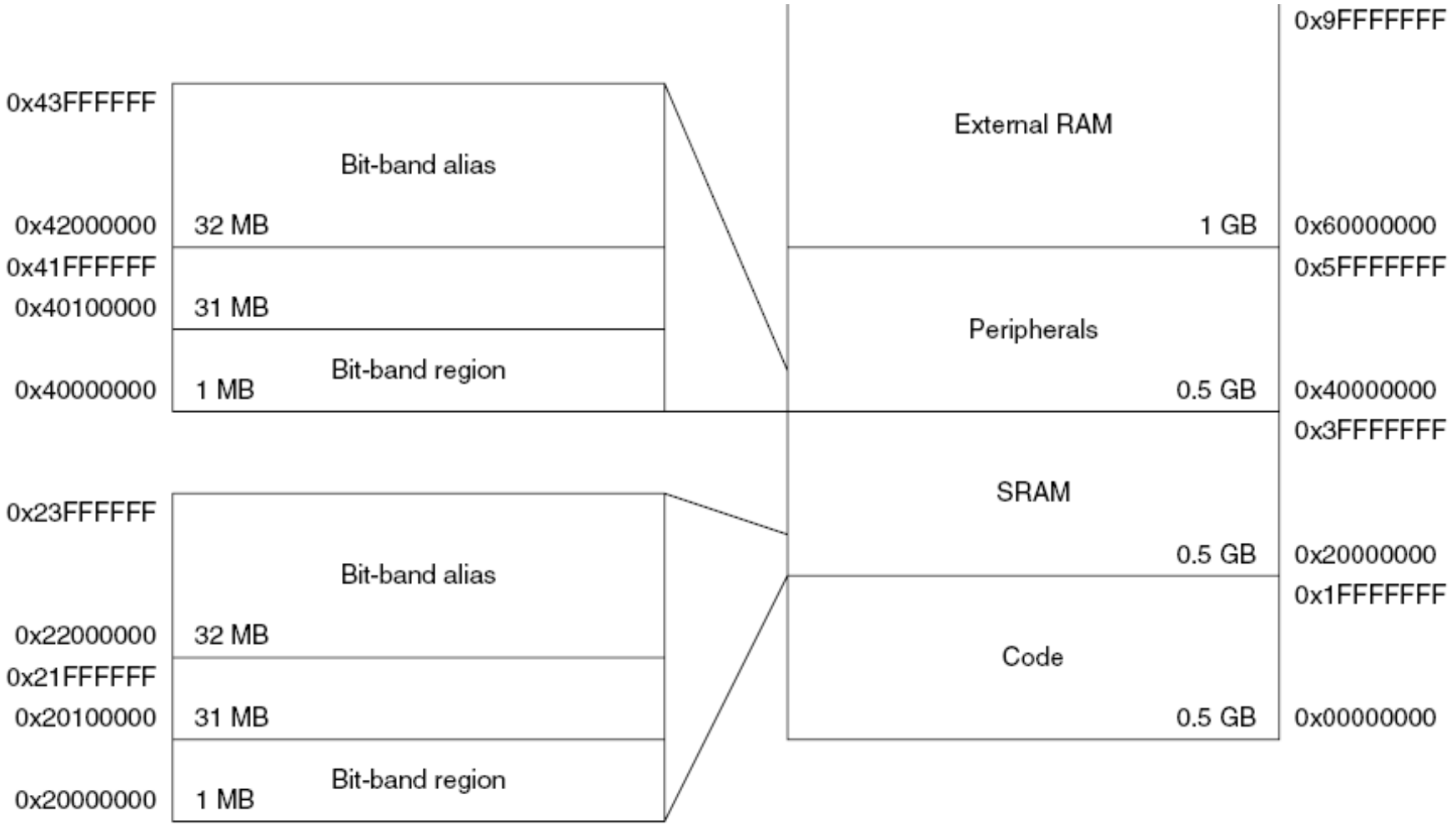
Pro nepřímý přístup pomocí registrů X (R27,R26), Y (R29,R28) a Z (R31,R30) obsahující adresu v datové paměti pomocí instrukcí

LD R3,Y(Y+) nebo LDD R3,Y+2 (pro čtení).

ST Z(-Z),R5 nebo STD Z+2, R5 (pro zápis).

PŘÍSTUP K BITŮM U PROCESORU ARM

U procesorů ARM byla modifikována myšlenka z procesoru 8048 (1976), kde jak vývody, tak i část datového prostoru je bitově dostupná (bit-band region, bit-band alias). V adresovém prostoru ARM jsou dvě oblasti o velikosti 1MB označované bit-band region viz. obrázek.



PŘÍSTUP K BITŮM U PROCESORU ARM

Jedna oblast je na začátku interní datové paměti a druhá na začátku oblasti prostoru periferií. Do těchto oblastí (bit-band region) můžeme přistupovat jak po 32 bitech, tak i po jednotlivých bitech. Přístup k jednotlivým bitům 32 bitových slov z oblasti (bit-band region) se realizuje operací s nejnižším bitem slova ve virtuální oblasti (bit-band alias). Vazba mezi jednotlivými adresami v případě oblasti datové paměti je zobrazena na obrázku na následující stránce.

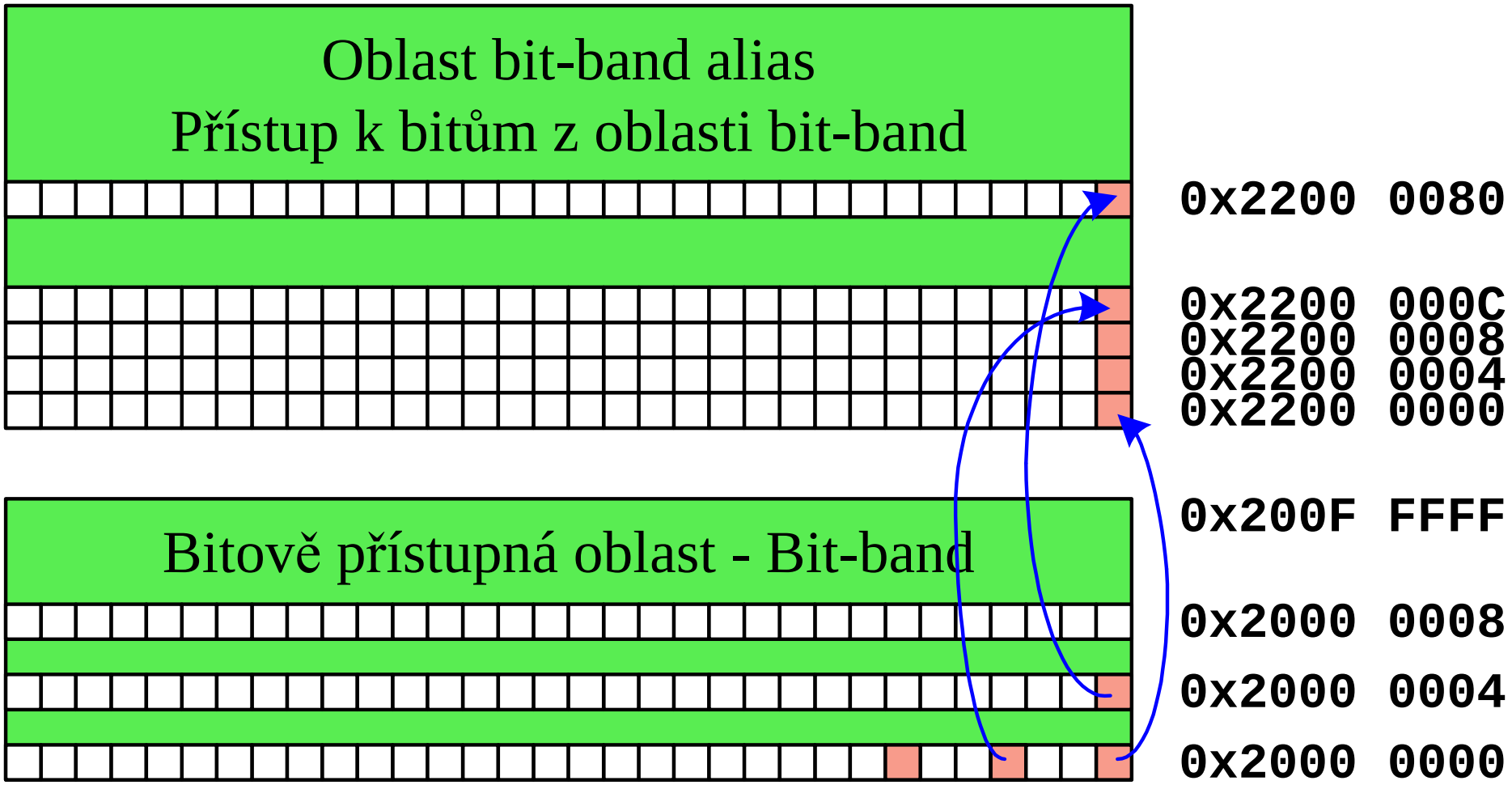
Adresu v oblasti bit-band alias (ABBA) datové paměti vypočítáme z adresy bit-band region (ABBR) a potřebného bitu (BIT) ze slova na adrese ABBR pomocí vztahu

$$ABBA=32*(ABBR-0x20000000)+0x22000000+4*BIT$$

Pro oblast periferií bude vztah upraven

$$ABBA=32*(ABBR-0x40000000)+0x42000000+4*BIT$$

HLAVNÍ RYSY PROCESORŮ ARM – BIT-BAND ALIAS ADDRESS



PŘÍSTUP K JEDNOTLIVÝM VÝVODŮM PROCESORU ARM

Bit-band alias usnadňuje změnu bitu bez operace AND a OR. K jednotlivým vývodům procesoru se v jazyce C můžeme dostat pomocí funkcí setbit, clearbit nebo zápisem

```
GPIOA->ODR|=(1ul << 5);        // Nastavení 6-tého bitu na bráně GPIOA
```

Uvedený příkaz přeloží překladač následovně

```
0x0800075C 4845      LDR      r0,[pc,#276]  ; @0x08000874
0x0800075E 6940      LDR      r0,[r0,#0x14]
0x08000760 F0400020  ORR      r0,r0,#0x20
0x08000764 4943      LDR      r1,[pc,#268]  ; @0x08000874
0x08000766 6148      STR      r0,[r1,#0x14]
```

První instrukce načte za pomoci čítače instrukcí (PC) s posunem z uložené tabulky bázovou adresu brány GPIOA. Druhá přičte posun registru ODR od bázové adresy a třetí do něj přidá 1 na 6 bit. Pak je zbytečně opět načtena bázová adresa a upravená hodnota zapsána na místo s posunem. V zápisu programu v assembleru by mohla být adresa v první instrukci načtena do registru R1 a druhá instrukce by přečetla hodnotu do R0 za pomoci R1 s posunem.

PŘÍSTUP K JEDNOTLIVÝM VÝVODŮM PROCESORU ARM

Nastavení, nulování nebo změna bitu na bráně by mohla být realizována 4 instrukcemi.

Bez využití bit-band

```
LDR R0,=0x20000000
LDR R1,[R0]
ORR R1,R1,#0x4 ; Třetí bit=1
STR R1,[R0]    ; Zápis zpět
```

S využitím bit-band alias

```
LDR R0,=0x22000008
MOV R1,#1
STR R1,[R0]
```

Realizace ovládání bitu periferie

```
#define motor value.i
#define BRANA_A  0x40020014

typedef struct {
  int i : 1;
  int j : 2;
  int k : 3;
} BB __attribute__((bitband));
BB value__attribute__((at(0x40020014)));
```

nebo

```
BB value__attribute__((at(BRANA_A))); // Placed object

void main()
{      MOTOR=1;
konec: goto konec;
}
```

PŘÍSTUP K BITOVÝM PROMĚNNÝM PROCESORU 8051

Bitové proměnné pochází z doby procesoru 8048/8051, které měly malou kapacitou paměti a bylo potřeba nepoužívat k indikátoru celý byte. Bitové proměnné byly v části BDATA datové paměti (bitová oblast). Do oblasti byl možný přístup po bytech i bitech. Bit byl dostupný přímou adresou a jeho dostupnost se definovala:

```
bit  stav_A, motor;              //  Definice bitových proměnných
```

Nebylo možné přímo definovat pole bitů (bit indikátory[8];), kde potřebujeme přístup přes **nepřímé adresování.** Je ale možné definovat pole bitů jako strukturu pro práci s **jednotlivými** bity nebo skupinami bitů.

```
typedef   struct {
      unsigned char  b0 : 1;  //  Bitová proměnná
      unsigned char  b1 : 2;  //  Dvoubitová proměnná
      unsigned char  b3 : 5;  //  Pěti bitová proměnná
} polebitu                    //  Označení struktury
  polebitu  value;            //  value - obsahuje proměnné b0,b1,b3
                              //  a je uložena v proměnné unsigned int
```

PŘÍSTUP K BITOVÝM PROMĚNNÝM PROCESORU 8051/AVR

Přístup k bitovým a více bitovým proměnným se realizuje přes **systém masek** s využitím operace **AND**, **OR**, **EX-OR** a **rotace**. Pro práci s bity bylo efektivnější umístit proměnnou do oblasti BDATA a potom označit potřebné bity, s kterými potřebujeme manipulovat takto:

```
bdata  unsigned char  nastaveni;  //   Proměnná v bitové oblasti
sbit  LD = nastaveni^6;        //   Označení 7-bitu proměnné nastavení
                               //   (z oblasti bytově i bitově přístupné)
sbit  F0 = PSW ^5;             //   Označení bitu bitově přístupného sfr
```

(systémového funkčního registru) – vhodné pro individuální nastavení vlastností mikroprocesoru nebo bitu ovlivňujícího jeho periferii.
V jazyce C pak píšeme LD=0; F0=1; V assembleru SETB F0, CLR LD.

Ačkoliv procesory AVR umožňují používat část svých registrů R0 až R13 pro bitové proměnné, podporují tuto možnost jen vývojové prostředky od **obvodově orientovaných firem** (IAR, CodeVisionAVR).
Přístup k bitovým proměnným AVR realizujeme ve shodě s popisem pro 8051. Bitově a bytově dostupná oblast na AVR není.

Vývojová prostředí od programátorů (GCC) tuto výhodu **nepodporují**.

PŘÍSTUP K BITOVÝM PROMĚNNÝM PROCESORU ARM

V prostředí KEIL můžeme přístup k bitovým a více bitovým proměnným realizovat polem bitů. Přístup se pak realizuje systémem masek.

```
typedef   struct {        //   Pole bitů
    int b0 : 1;
    int b12 : 2;
    int b3 : 1;
} BB;
  BB value;               //   O umístění value (int)  rozhoduje linker
void  update_value(void)
{   value.b0 = 1;
    value.b12 = 1; }
```

Pro využití principu bit-band region/alias, pak musíme k definici struktury přidat informaci o využití bit-banding takto:

```
BB __attribute__((bitband));
```

Přístup k jednobitovým proměnným se pak bude realizovat přes adresování oblasti bit-band alias s menším počtem instrukcí.

Realizace ovládání bitového indikátoru

```
typedef struct {
  int i : 1;
  int j : 2;
  int k : 3;
} BB __attribute__((bitband));
BB value; // Unplaced object

#define MOTOR value.i

void main()
{       MOTOR=1;
konec: goto konec;
}
```