

Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

redakce nakladatelství BEN – technická literatura
redakce@ben.cz



8.0 SPECIÁLNÍ VLASTNOSTI CPU

Na rozdíl od ostatních procesorů se mikrokontrolér vyznačuje speciálními obvody pro aplikace v reálném čase. Řada mikrokontrolerů PIC12C5XX má vlastnosti, které maximalizují spolehlivost systému, minimalizují cenu tím, že eliminují potřebu externích součástek, mají režimy s nízkým odběrem a umožňují ochranu programu.

Tyto vlastnosti jsou:

- Volba typu oscilátoru.
- Reset:
 - reset při náběhu napájení (Power-On Reset – POR),
 - delší prodleva při resetu (Device Reset Timer – DRT),
 - probuzení z režimu SLEEP po změně na pinech.
- Časovač Watchdog (WDT).
- SLEEP.
- Ochrana programu (code protection).
- Identifikační kód (ID).
- Programování na osazené desce (In-circuit Serial Programming).

PIC12C5XX má časovač Watchdog, který může být dizaktivován pouze pomocí konfiguračního bitu WDTE. Pro zvýšení spolehlivosti pracuje se svým vlastním oscilátorem RC. Je-li použit oscilátor XT nebo LP, vždy se uplatňuje zpoždění nominálně 18 ms generované časovačem DRT (Device Reset Timer), který drží čip v resetu, dokud se neustálí krystalový oscilátor. Pokud se používá INTRC nebo EXTRC, je zpoždění 18 ms pouze po náběhu napájení V_{DD} . S tímto interním časovačem nevyžaduje většina aplikací žádné externí resetovací obvody.

Režim SLEEP je navržen pro velmi malý proudový odběr. Uživatelské probuzení je možné buď na základě změny na vstupních pinech nebo po přetečení časovače Watchdog. K dispozici je i několik typů oscilátoru podle požadavků aplikace, včetně interního oscilátoru 4 MHz.

Oscilátor EXTRC snižuje cenu systému, krystal LP šetří odběr. K výběru různých funkcí se používají konfigurační bity.

8.1 KONFIGURAČNÍ BITY

Konfigurační slovo PIC12C5XX se skládá z 12 bitů. Naprogramováním konfiguračních bitů se volí konfigurace součástky. Dva bity slouží pro výběr typu oscilátoru, jeden bit slouží k aktivaci časovače Watchdog a jeden k aktivaci MCLR.



Obr. 8.1 Konfigurační slovo PIC12C5XX

Registr: CONFIG

Adresa⁽¹⁾: FFFh

bit 11-5: neimplementováno

bit 4: MCLRE: bit povolení $\overline{\text{MCLR}}$

1 = pin $\overline{\text{MCLR}}$ aktivován,

0 = $\overline{\text{MCLR}}$ interně připojen na V_{DD} .

bit 3: CP: bit ochrany programu (code protection)

1 = ochrana neaktivována,

0 = ochrana aktivována.

bit 2: WDTE: bit povolující činnost časovače Watchdog

1 = WDT aktivován,

0 = WDT dizaktivován.

bit 1-0:FOSC1:FOSC0: volba typu oscilátoru

11 = EXTRC – externí oscilátor RC,

10 = INTRC – interní oscilátor RC,

01 = oscilátor XT,

00 = oscilátor LP.

Poznámka 1: Přístup ke konfiguračnímu slovu viz programové specifikace PIC12C5XX. (PIC12C5XX Programming Specifications). Tento registr není při normální funkci uživatelsky adresovatelný.

8.2 KONFIGURACE OSCILÁTORU

8.2.1 Typy oscilátoru

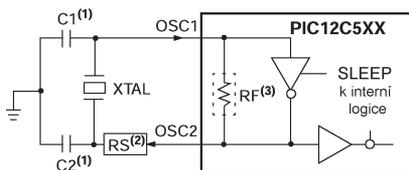
PIC12C5XX může pracovat ve čtyřech režimech oscilátoru. Uživatel může naprogramovat dva konfigurační bity (FOSC1:FOSC0) pro výběr jednoho ze čtyř režimů:

- LP: krystal s nízkou spotřebou.
- XT: krystal/rezonátor.
- INTRC: interní oscilátor 4 MHz.
- EXTRC: externí odpor a kondenzátor.

8.2.2 Krystalový oscilátor/keramický rezonátor

V režimu XT nebo LP se připojuje krystal nebo keramický rezonátor na piny GP5/OSC1/CLKIN a GP4/OSC2 (obr. 8.2). Oscilátor mikrokontroléru PIC12C5XX vyžaduje použití krystalu s paralelním řezem (parallel cut). Při použití krystalu se sériovým řezem

může být výsledný kmitočet mimo specifikace výrobce krystalu. V režimech XT nebo LP může být součástka řízena externími hodinami připojenými na pin GP5/ OSC1/CLKIN (obr. 8.3).

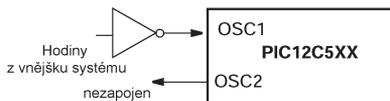


Obr. 8.2 Krystal nebo keramický rezonátor (konfigurace oscilátoru XT nebo LP)

Poznámka 1: Viz tabulku pro doporučené hodnoty kapacit C1 a C2.

Poznámka 2: Pro krystaly s řezem AT může být požadován sériový odpor (RS).

Poznámka 3: Přibližná hodnota $RF = 10\text{ M}\Omega$.



Obr. 8.3 Externí hodinový vstup (konfigurace oscilátoru XT nebo LP)

Tab. 8.1 Volba kapacity u keramického kondenzátoru – PIC12C5XX

Typ oscilátoru	Frekvence	Kapacita C1	Kapacita C2
XT	4,0 MHz	30 pF	30 pF

Tyto hodnoty jsou pouze orientační. Protože různé oscilátory mají různé charakteristiky, měl by uživatel pro přesnou volbu externích součástek konzultovat výrobce rezonátoru.

Tab. 8.2 Volba kapacit pro krystalový oscilátor – PIC12C5XX

Typ oscilátoru	Frekvence	Kapacita C1	Kapacita C2
LP	32 kHz ⁽¹⁾	15 pF	15 pF
XT	200 kHz	47–68 pF	47–68 pF
	1 MHz	15 pF	15 pF
	4 MHz	15 pF	15 pF

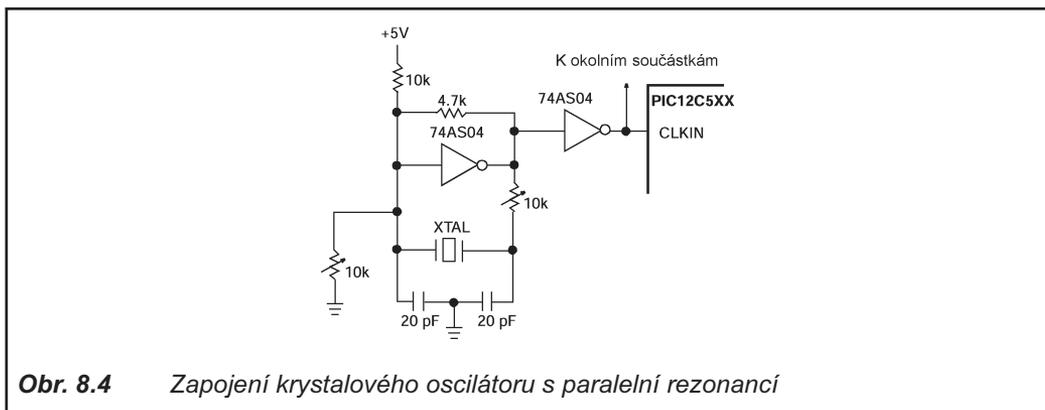
Poznámka 1: Pro $V_{DD} > 4,5\text{ V}$ se doporučuje $C1 = C2 \approx 30\text{ pF}$.

Tyto hodnoty jsou pouze orientační. Aby se zabránilo přebuzení krystalu, může být u krystalů náchylných na přebuzení vyžadován odpor R_s . Protože různé krystaly mají různé charakteristiky, měl by uživatel pro přesnou volbu externích součástek konzultovat výrobce krystalu.

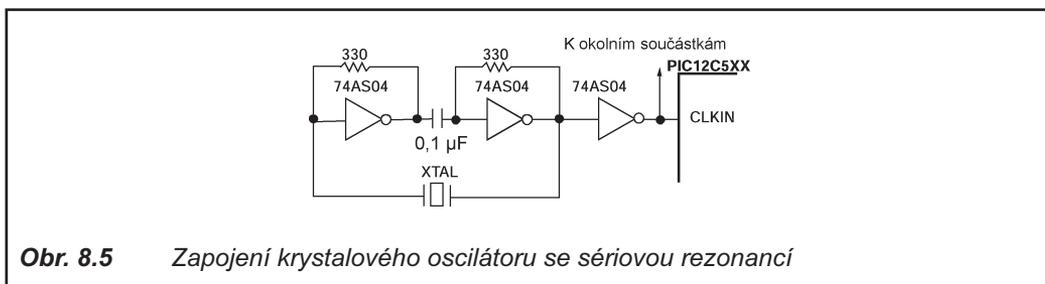
8.2.3 Zapojení externího krystalového oscilátoru

Použit může být jak oscilátor v jednom pouzdře, tak i jednoduchý oscilátorový obvod složený z hradel TTL. Zapouzdřené oscilátory poskytují širší operační rozsah a lepší stabilitu. Správně funguje i dobře navržený krystalový oscilátor z hradly TTL. Mohou být použity dva typy obvodu krystalového oscilátoru: s paralelní nebo sériovou rezonancí.

Obr. 8.4 znázorňuje implementaci oscilátoru s paralelní rezonancí. Zapojení je navrženo pro základní kmitočet krystalu. Invertor 74AS04 posouvá fázi o 180° , což vyžaduje paralelní oscilátor. Odpor $4,7\text{ k}\Omega$ je pro zabezpečení stability pomocí záporné zpětné vazby. Potenciometrem $10\text{ k}\Omega$ se udržuje 74AS04 v lineární oblasti. Toto zapojení může být použito pro návrh externího oscilátoru.



Obr. 8.5 znázorňuje obvod oscilátoru se sériovou rezonancí. I toto zapojení je navrženo pro základní kmitočet krystalu. Invertor posouvá v obvodu oscilátoru se sériovou rezonancí fázi o 180° . Odpor $330\ \Omega$ vytváří zápornou zpětnou vazbu, aby invertory pracovaly v lineární oblasti.



8.2.4 Externí oscilátor RC

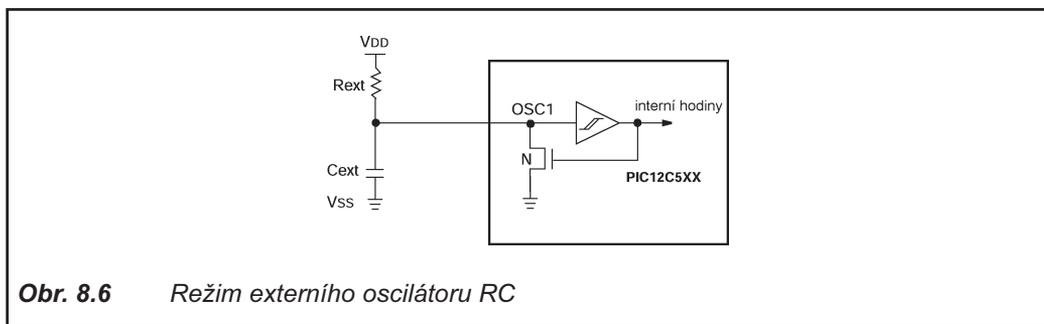
Pro aplikace nenáročné na časování představuje volba RC další úsporu nákladů. Kmitočet oscilátoru RC závisí na napájecím napětí, na hodnotě odporu (R_{ext}) a kapacitě (C_{ext}) a na teplotě. Navíc kmitočet oscilátoru se mění kus od kusu vlivem běžného rozptylu parametrů při výrobě. Na kmitočtu oscilátoru, zejména pro nízké hodnoty C_{ext} , má vliv i kapacita přívodu, závislá na typu pouzdra. Uživatel má vzít v úvahu i rozptyl hodnot daný tolerancí použitých součástek R a C.

Obr. 8.6 znázorňuje, jak se připojuje kombinace R/C k PIC12C5XX. Pro hodnoty R_{ext} nižší než 2,2 k Ω může být oscilátor nestabilní, nebo se může úplně zastavit. Pro velmi vysoké hodnoty R_{ext} (např. 1 M Ω) se oscilátor stává citlivým na šum, vlhkost a svody. Tedy doporučené hodnoty R_{ext} jsou 3 k Ω až 100 k Ω .

Ačkoli oscilátor pracuje i bez externího kondenzátoru ($C_{ext} = 0$ pF), kvůli šumu a pro lepší stabilitu se doporučuje použít kapacitu vyšší než 20 pF. Bez externího kondenzátoru, nebo s malou hodnotou jeho kapacity se může kmitočet oscilátoru výrazně měnit vlivem externích kapacit, jako např. kapacity přívodu na plošném spoji nebo kapacitě pinů.

Kapitola Elektrické specifikace popisuje, jak se kmitočet RC mění kus od kusu vlivem běžného rozptylu parametrů při výrobě. Změny jsou větší pro větší hodnoty R (protože svodové změny více ovlivňují kmitočet u větších hodnot R) a pro menší hodnoty C (neboť změna vstupní kapacity více ovlivňuje kmitočet RC).

V kapitole Elektrické specifikace jsou popsány i změny kmitočtu oscilátoru v závislosti na V_{DD} pro dané hodnoty R_{ext}/C_{ext} a změny kmitočtu vlivem teploty pro dané R, C a V_{DD} .



Obr. 8.6 Režim externího oscilátoru RC

8.2.5 Interní oscilátor RC 4 MHz

Interní oscilátor RC poskytuje pro systémové hodiny pevný kmitočet nominálně 4 MHz při $V_{DD} = 5$ V a 25 °C. Závislost na napětí a teplotě viz kapitolu „Elektrické specifikace“.

Na nejvyšší adrese v paměti programu je naprogramována instrukce kalibrace, která obsahuje kalibrační hodnotu pro interní oscilátor RC. Tato hodnota nemá nikdy ochranu proti čtení (code protect), nezávisle na nastavení pojistky CP. Tato hodnota je naprogramována jako instrukce MOVLW XX, kde XX je kalibrační hodnota, a je umístěna na pozici resetovacího vektoru. Po resetu tedy bude registr W naplněn kalibrační hodnotou, a pak PC přeroluje na uživatelskou oblast programu od adresy 0x000. Uživatel tak může kalibraci využít zapsáním kalibrační hodnoty do registru OSCCAL (05h), nebo tuto možnost ignorovat.

Pokud je do registru OSCCAL zapsána kalibrační hodnota, bude zpřesněn interní oscilátor (snížena závislost na rozptylu parametrů vlivem výroby).

Poznámka: Je nutné vzít v úvahu, že smazáním součástky se smaže i předprogramovaná hodnota kalibrace interního oscilátoru. Kalibrační hodnota musí být před mazáním vyčtena, aby mohla být později znovu naprogramována.

U PIC12C508A, PIC12C509A, PIC12CE518 a PIC12CE519 jsou bity <7:2> (CAL5-CAL0) použity pro kalibraci. Nastavením CAL5-0 od 000000 do 111111 se zvyšuje hodinový kmitočet. Bity 1 a 0 registru OSCCAL nejsou implementovány, a pro kompatibilitu s budoucími typy součástek by měly být programovány jako 00.

U PIC12C508 a PIC12C509 jsou použity horní 4 bity. Zápisem vyšší hodnoty se zvyšuje hodinový kmitočet.

8.3 RESET

Rozlišuje se několik druhů resetu:

- a) Reset po náběhu napájení (POR – power on reset).
- b) Reset $\overline{\text{MCLR}}$ během normální funkce.
- c) Reset $\overline{\text{MCLR}}$ během SLEEP.
- d) Přetečení WDT během normální funkce.
- e) Přetečení WDT během SLEEP.
- f) Probuzení ze SLEEP vlivem změny na pinech.

Některé registry se v žádném případě neresetují; po POR mají neznámou hodnotu a po ostatních druzích resetu se nemění. Většina ostatních registrů je nastavena do definovaného stavu („stavu reset“) po resetech POR, $\overline{\text{MCLR}}$, WDT a po probuzení po změně na pinech během normální funkce. Nejsou ovlivněny resetem WDT během SLEEP ani resetem $\overline{\text{MCLR}}$ během SLEEP, protože tyto typy resetu jsou považovány za obnovení normální činnosti. Výjimkou jsou bity $\overline{\text{TO}}$, $\overline{\text{PD}}$ a GPWUF, které jsou nastavovány nebo nulovány různým způsobem v závislosti na podmínkách resetu. Tyto bity se používají v programu pro rozlišení typu resetu. Stav všech registrů po resetu viz tab. 8.3.