



# *Mikroprocesorová technika*

Prednáška č. 4

**Časovač a jeho aplikácie**

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE**  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY  
KATEDRA RÁDIOELEKTRONIKY  
Laboratórium DSP a mikroradičov



## :: Časovač – základné vlastnosti



- procesory platformy MSP430 disponujú dvomi rôznymi časovačmi označovanými Timer\_A a Timer\_B
- procesor MSP430G2231 disponuje iba jedným časovačom označovaným ako Timer\_A2, v ďalšom ho budeme označovať T\_A2
- jedná sa o 16-bitový časovač/počítadlo s dvomi zachytávacími/komparačnými registrami
- podporuje viacnásobné zachytávanie resp. porovnávanie, generovanie PWM signálu, môže pracovať ako intervalový časovač, atď.
- modul časovača umožňuje generovať viacero prerušení
  - *prerušenie pri pretečení počítadla*
  - *prerušenia generované každým zachytávacím/komparačným registrom*



## :: Časovač – základné vlastnosti



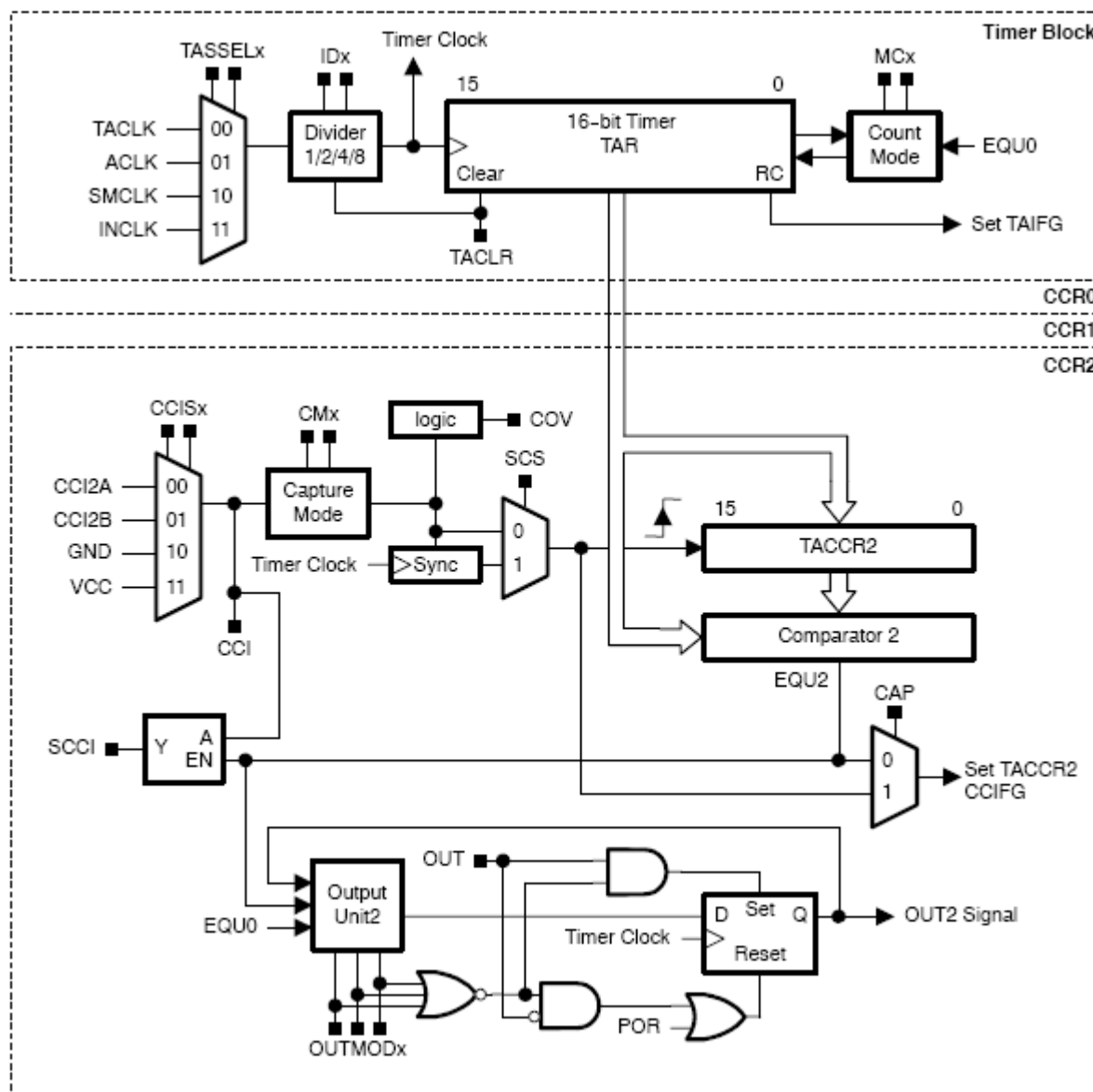
Základné vlastnosti časovača T\_A2:

- asynchrónny 16-bitový časovač/počítadlo so štyrmi režimami činnosti
- voliteľný zdroj hodín
- dva konfigurovateľné zachytávacie/komparačné registre
- konfigurovateľné výstupy s možnosťou generovania PWM signálu
- asynchrónne vyrovnávacie bufre pre vstupy a výstupy
- register vektorov prerušení pre rýchle dekódovanie všetkých zdrojov prerušení časovača T\_A2



# :: Časovač – funkčná bloková schéma

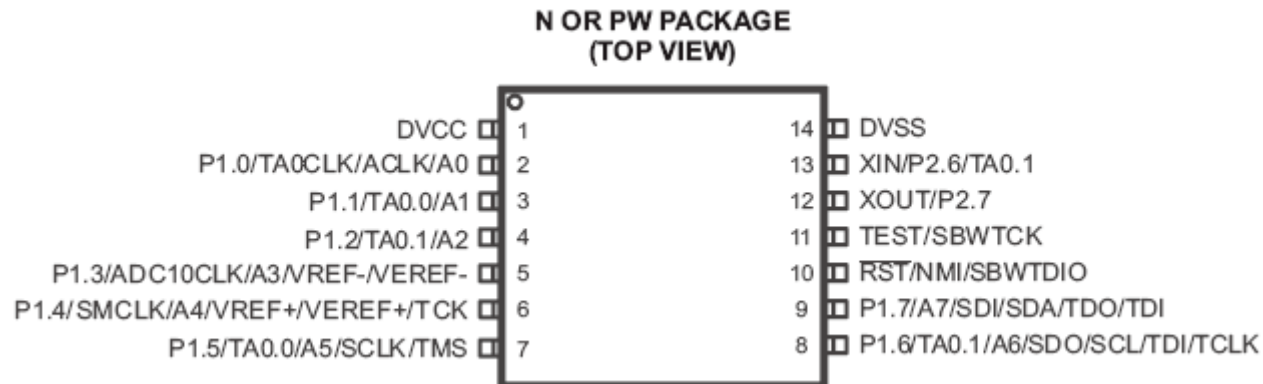
S T U . .  
. . . . .  
. F E I .  
. . . . .





## :: Časovač – priradenie signálov

S T U . .  
 . . . . .  
 . F E I .  
 . . . . .



INPUT PIN NUMBER		DEVICE INPUT SIGNAL	MODULE INPUT NAME	MODULE BLOCK	MODULE OUTPUT SIGNAL	OUTPUT PIN NUMBER	
PW, N	RSA					PW, N	RSA
2 - P1.0	1 - P1.0	TACLK	TACLK	Timer	NA		
		ACLK	ACLK				
		SMCLK	SMCLK				
2 - P1.0	1 - P1.0	TACLK	INCLK	CCR0	TA0	3 - P1.1	2 - P1.1
3 - P1.1	2 - P1.1	TA0	CCI0A			7 - P1.5	6 - P1.5
		ACLK (internal)	CCI0B				
		VSS	GND				
		VCC	VCC				
4 - P1.2	3 - P1.2	TA1	CCI1A	CCR1	TA1	4 - P1.2	3 - P1.2
8 - P1.6	7 - P1.6	TA1	CCI1B			8 - P1.6	7 - P1.6
		VSS	GND			13 - P2.6	12 - P2.6
		VCC	VCC				

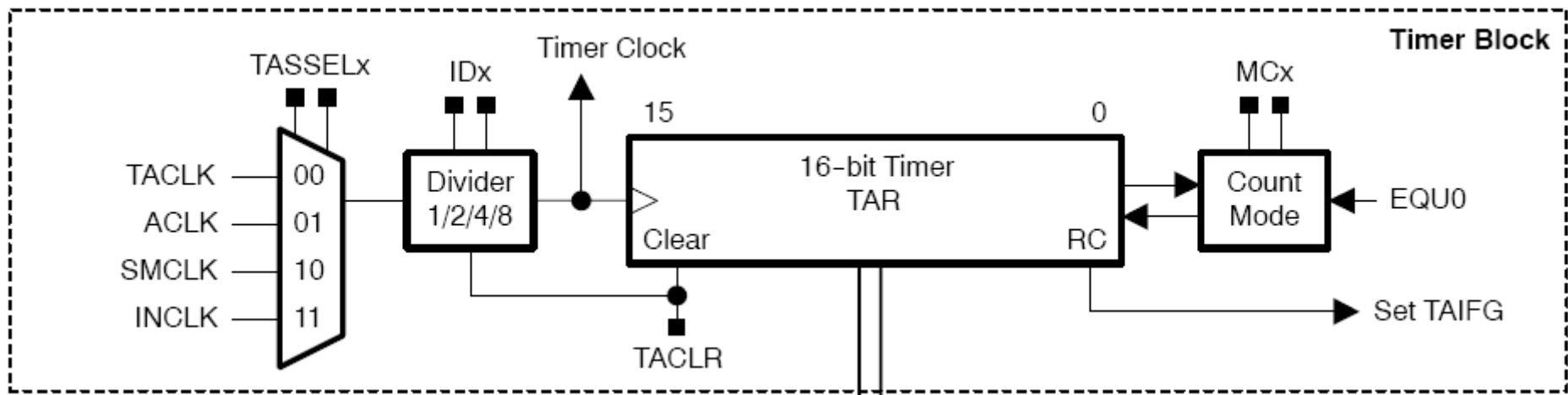


## :: Časovač – 16-bitové počítadlo

- hodnota 16-bitového registra počítadla (TAR) je inkrementovaná alebo dekrementovaná v závislosti od režimu činnosti časovača pri každej nábežnej hrane hodinového signálu
- register TAR môžeme softvérovo čítať aj doň zapisovať
- modul časovača môže generovať pri pretečení počítadla prerušenie
- nastavením bitu TACLRL môžeme počítadlo TAR zmazať, čím zároveň tiež zmažeme stav deličky hodín a smer počítania
- je doporučené pred modifikáciou režimu činnosti časovača T A2 zastaviť jeho činnosť
- v prípade, kedy sú hodiny časovača asynchrónne k hodinám CPU, mali by sme register TAR čítať pri zastavenej činnosti časovača. V opačnom prípade môže dôjsť k prečítaniu nepredvídateľnej hodnoty.
- akýkoľvek zápis do registra TAR má za následok okamžitý efekt na činnosť časovača

## :: Časovač – zdroj hodín a delička

- zdrojom hodinového signálu pre modul časovača T\_A2 môžu byť signály ACLK a SMCLK, alebo signál z externého zdroja pripojeného na pin TACLK, resp. INCLK.
- zdroj hodín volíme prostredníctvom bitov TASSELx
- vybraný zdroj hodín môže inkrementovať alebo dekrementovať počítadlo priamo alebo máme možnosť ho ešte deliť v pomeroch 1:2, 1:4, alebo 1:8, nastavením bitov IDx
- **pozor: nastavenie deličky časovača je zmazané pri nastavení bitu TACLRL**





## :: Časovač – štart, zastavenie a režimy činnosti

- časovač začne počítať v okamihu, kedy hodnota bitov MCx > 0 a zvolený zdroj hodín je aktívny
- časovač môžeme zastaviť zapísaním 0 do registra TACCR0
- opätovný reštart časovača zabezpečíme zapísaním nenulovej hodnoty do registra TACCR0. V tomto prípade začne počítadlo počítať smerom nahor od nulovej hodnoty.
- časovač môže pracovať v jednom zo štyroch režimov činnosti určeným nastavením bitov MCx:

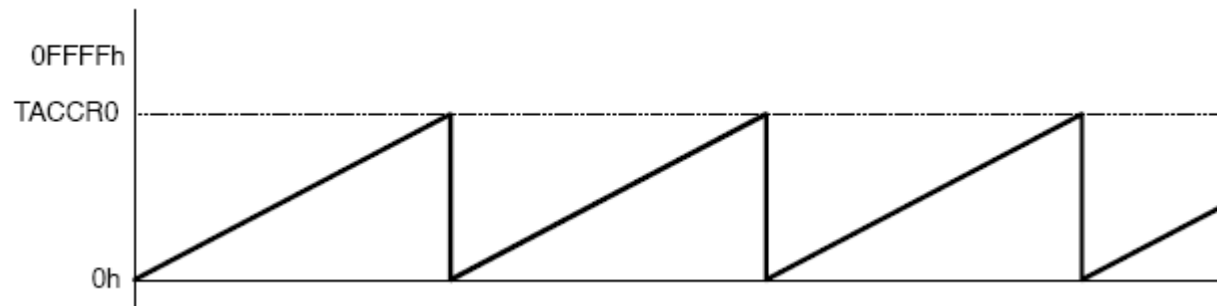
MCx	Režim	Opis
00	Zastavené počítadlo	Modul časovača nie je aktívny.
01	Počítanie smerom hore	Počítadlo opakovane počíta z nuly do hodnoty uloženej v registri TACCR0.
10	Kontinuálne počítanie	Počítadlo opakovane počíta z nuly do hodnoty 0FFFFh.
11	Počítanie smerom hore/dolu	Počítadlo opakovane počíta nahor z nuly až do hodnoty uloženej v registri TACCR0 a potom nadol späť k nule.





## :: Časovač – režim počítania smerom hore

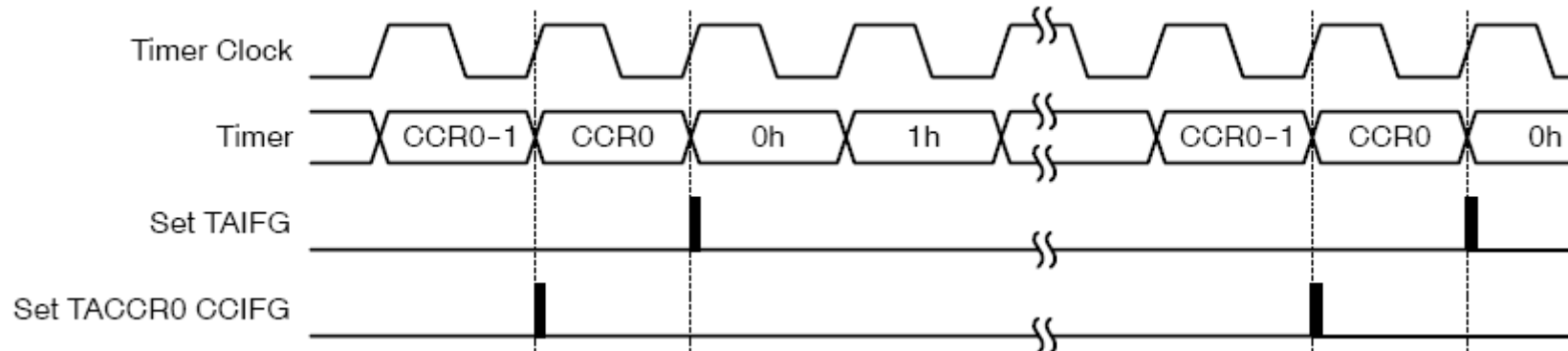
- režim počítania smerom hore používame vtedy, keď potrebujeme, aby bola perióda počítania iná ako 0FFFFh
- v tomto režime počítadlo opakovane počíta do hodnoty uloženej v registri TACCR0
- hodnota napočítaných nábežných hrán hodinového signálu časovača v rámci jednej periódy je v tomto režime TACCR0+1
- akonáhle sa okamžitá hodnota počítadla rovná hodnote uloženej v registri TACCR0, začne počítadlo počítať opäť od nuly
- ak zvolíme tento režim činnosti časovača a okamžitá hodnota počítadla bude väčšia než hodnota v registri TACCR0, dôjde k okamžitému reštartu počítadla a začne počítať od nuly





## :: Časovač – režim počítania smerom hore

- akonáhle počítač dosiahne hodnotu uloženú v registri TACCR0, nastaví sa príznak prerušenia TACCR0 CCIFG
- pri prechode okamžitej hodnoty počítača z hodnoty TACCR0 na hodnotu nula sa nastaví aj príznak prerušenia TAIFG





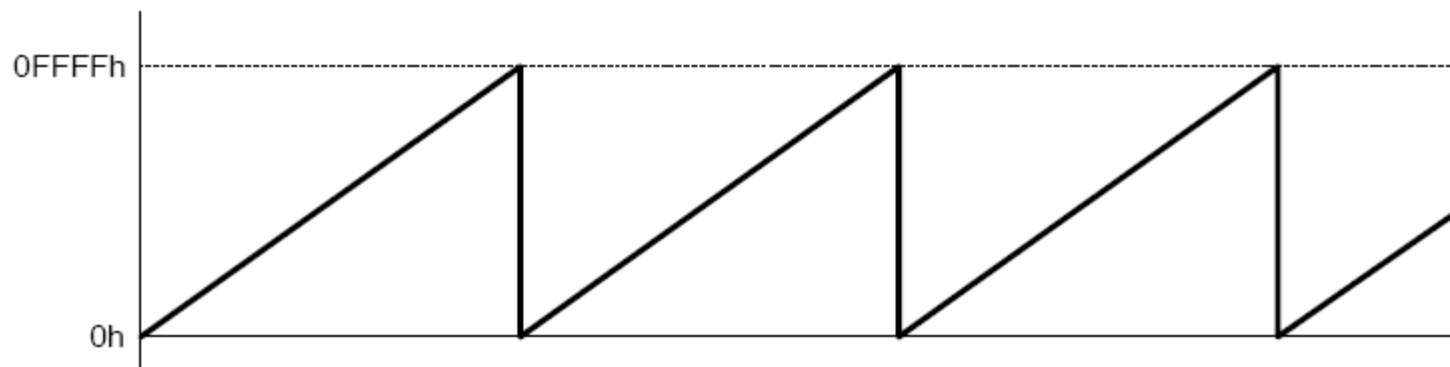
## :: Časovač – režim počítania smerom hore

- pri zmene hodnoty TACCR0 počas aktívneho režimu časovača, ak je nová perióda väčšia alebo rovná pôvodnej perióde, alebo väčšia ako okamžitá hodnota počítadla, bude počítadlo počítat' až do tejto novej hodnoty
- ak je nová hodnota periódy menšia ako okamžitá hodnota počítadla, začne počítadlo počítat' opäť od nuly, pričom predtým ako začne počítadlo počítat' od nuly, môže dojsť k napočítaniu ešte jednej nábežnej hrany hodinového signálu



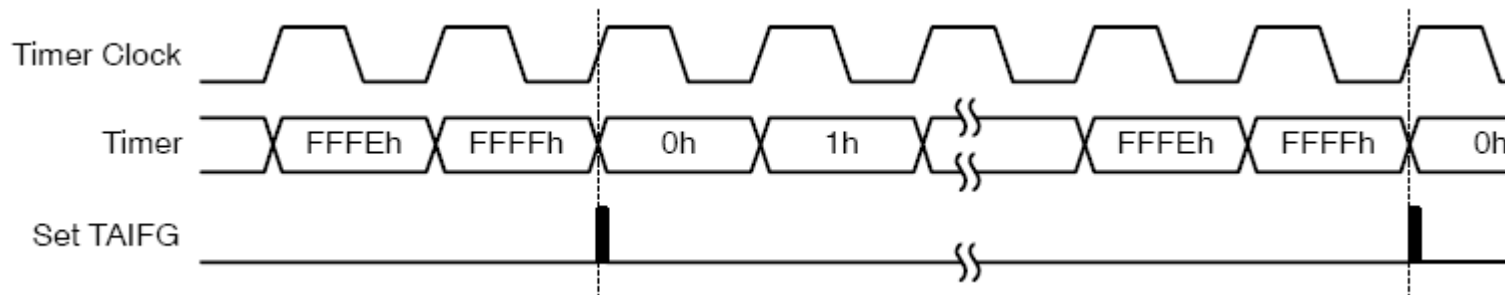
## :: Časovač – režim kontinuálneho počítania

- v režime kontinuálneho počítania počíta časovač opakovane až do hodnoty 0FFFFh a potom začne počítať opäť od nuly
- záchytný/porovnávací register TACCR0 pracuje v tomto režime podobne ako ostatné záchytné/porovnávacie registre
- pri prechode okamžitej hodnoty počítadla z 0FFFFh na nulu sa nastaví príznak prerušenia TAIFG





## :: Časovač – režim kontinuálneho počítania



Detail prechodu do stavu 0000h,  
generovanie prerušenia



## :: Časovač – použitie režimu kontinuálneho počítania

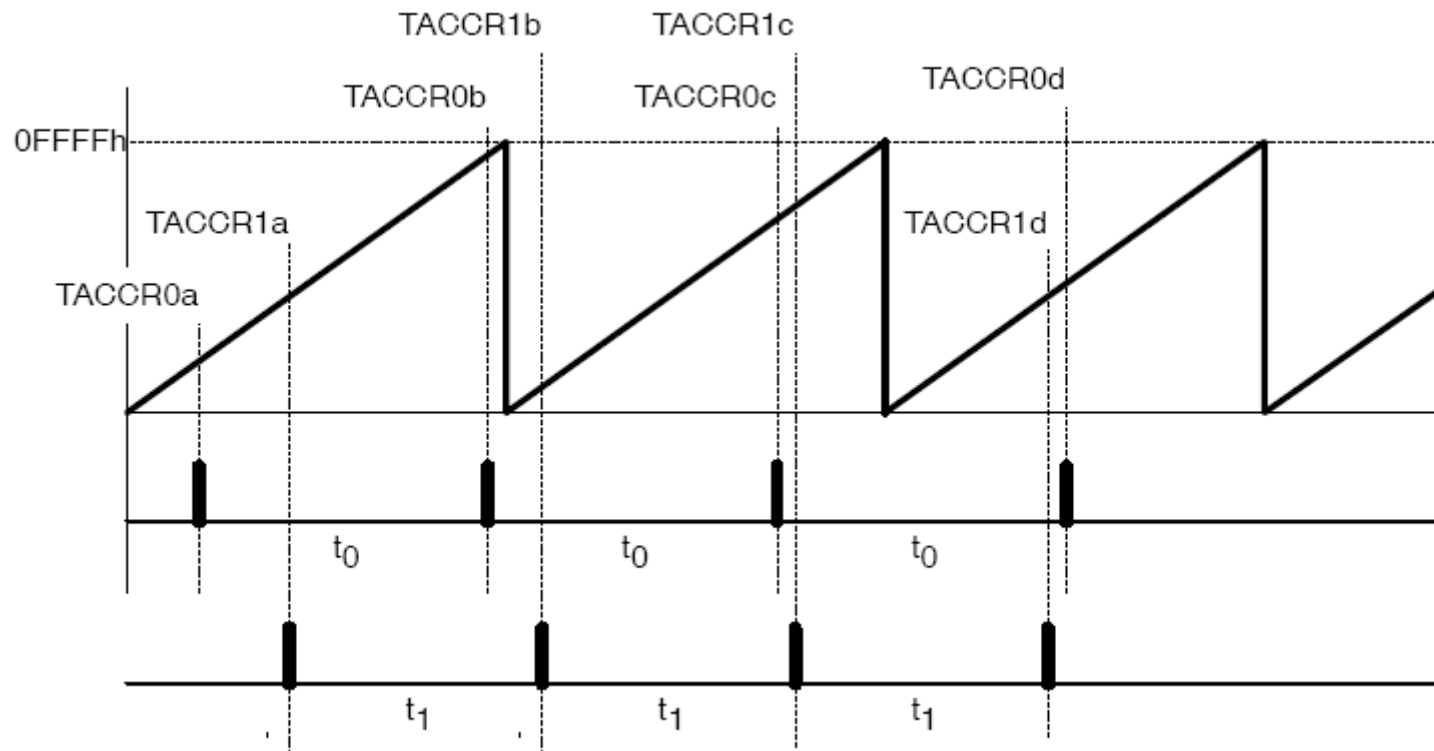


- režim kontinuálneho počítania môžeme použiť pri generovaní nezávislých časových intervalov alebo frekvencií výstupných signálov
- akonáhle ubehne nastavený časový interval, vyvolá sa prerušenie a v jeho obsluhu môžeme nastaviť novú hodnotu intervalu zápisom vhodnej hodnoty do registra TACCRx



## :: Časovač – použitie režimu kontinuálneho počítania

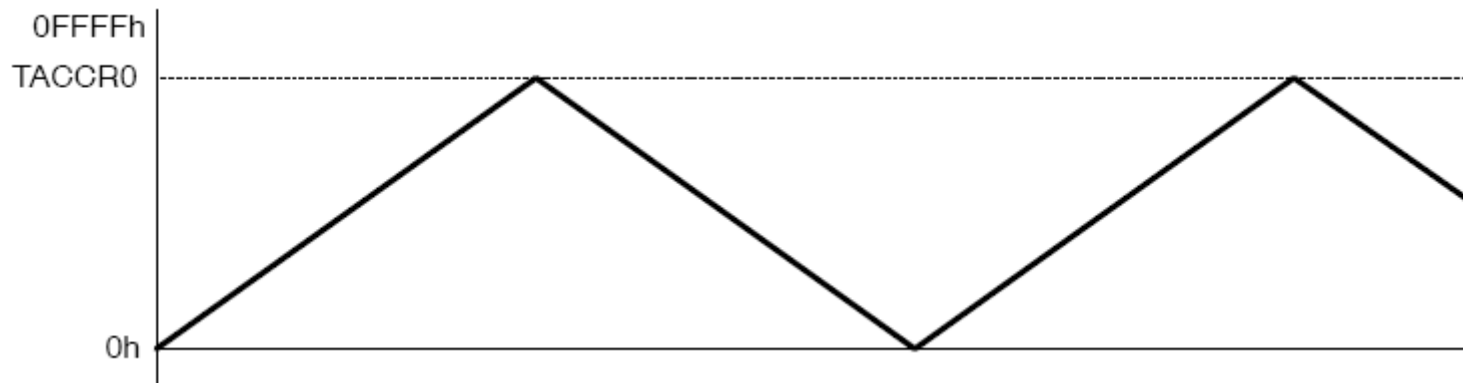
- na obrázku vidíme metódu generovania dvoch intervalov  $t_0$  a  $t_1$ , ktoré je riadené hardvérovo bez vplyvu oneskorenia, ktoré je dané spracovaním prerušenia





## :: Časovač – režim počítania smerom hore/dolu

- režim počítania smerom hore/dolu používame v prípade, kedy perióda časovača musí byť iná ako 0FFFFh a ak potrebujeme generovať symetrické impulzy
- počítačlo opakovane počíta smerom hore až do hodnoty v registri TACCR0 a potom počíta smerom dolu späť k hodnote nula, perióda je teda úmerná dvojnásobku hodnoty v TACCR0







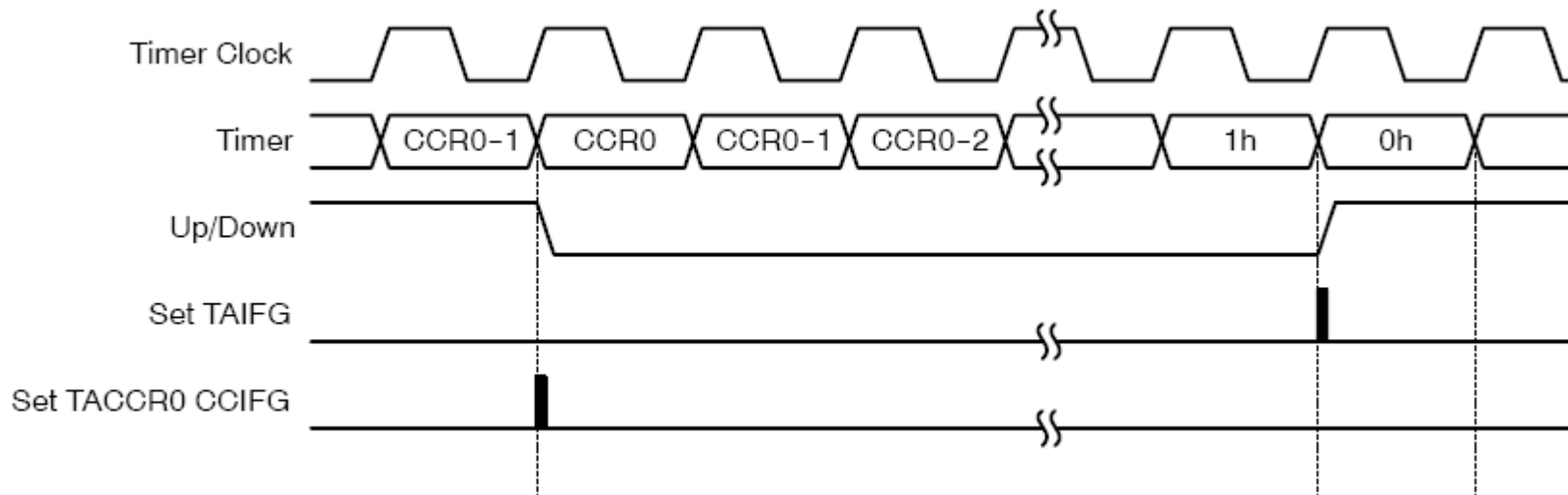
## :: Časovač – režim počítania smerom hore/dolu

- časovač si pamätá smer počítania, čo umožňuje zastaviť časovač a potom ho opätovne spustiť s rovnakým smerom počítania aké bolo aktuálne v čase zastavenia časovača
- v prípade, že je takéto správanie sa časovača nežiaduce musíme nastaviť bit TACLR, aby sme zmazali údaj o smere počítania. **Zároveň sa však zmaže aj hodnota počítadla a nastavenie deličky!**



## :: Časovač – režim počítania smerom hore/dolu

- v režime počítania smerom hore/dolu sú príznaky prerušení TACCR0 CCIFG a TAIFG nastavené počas periódy iba raz, oddelené polovicou periódy časovača
- k nastaveniu príznaku prerušenia TACCR0 CCIFG dôjde pri prechode počítadla z hodnoty TACCR0 – 1 na hodnotu TACCR0
- k nastaveniu príznaku prerušenia TAIFG dôjde, keď počítadlo dokončí počítanie smerom dolu pri prechode z hodnoty 0001h na 0000h





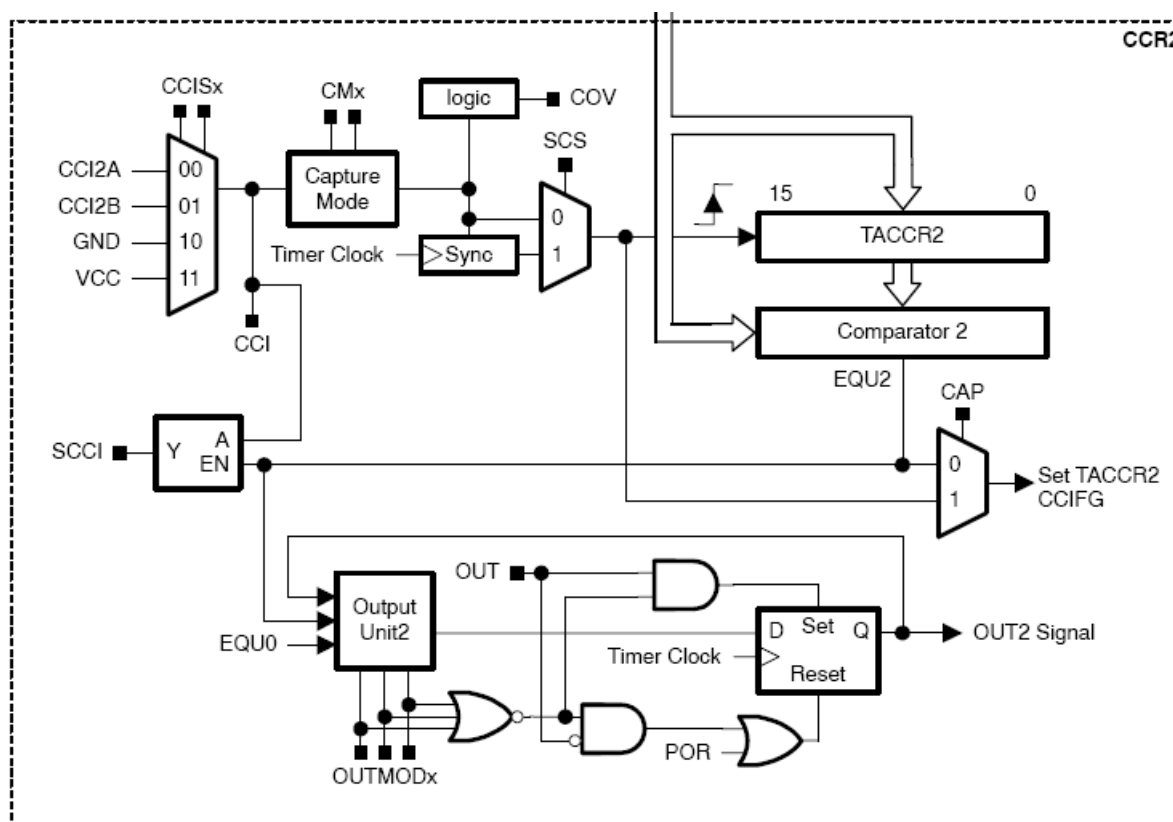
## :: Časovač – režim počítania smerom hore/dolu

- pri zmene hodnoty registra TACCR0 počas behu časovača a počítaní smerom dolu, časovač pokračuje v počítaní smerom dolu až kým nedosiahne nulu
- hodnota v TACCR0 je uložená do TACL0 okamžite, ale nová perióda bude platná až potom ako počítadlo dosiahne pri počítaní smerom dolu nulu
- keď počítadlo počíta smerom hore a ak je nová perióda väčšia alebo rovná pôvodnej perióde, alebo väčšia ako okamžitá hodnota počítadla, bude počítadlo počítať až do tejto novej hodnoty predtým ako začne počítať smerom dolu
- keď počítadlo počíta smerom hore a nová perióda je menšia ako okamžitá hodnota počítadla, začne počítadlo počítať smerom dolu, ale predtým môže nastať ešte jedno načítanie nábežnej hrany hodinového signálu



## :: Časovač – záchytno/porovnávacie bloky

- modul časovača T\_A2 disponuje dvomi záchytno/porovnávacími blokmi
- oba bloky môžeme použiť k zachyteniu okamžitej hodnoty počítadla alebo na generovanie časových intervalov





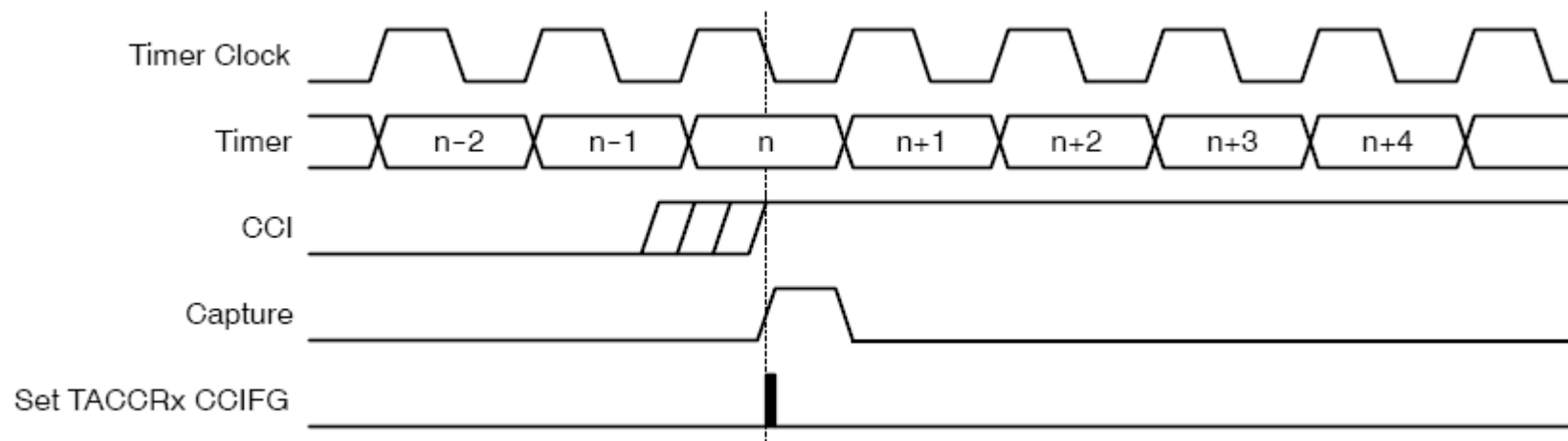
## :: Časovač – zachytávací režim

- režim je aktívny keď  $CAP = 1$
- zachytávací režim môžeme použiť pri zaznamenávaní časových udalostí, napr. pri výpočte rýchlosti alebo meraní času
- zachytávacie vstupy  $CC1xA$  a  $CC1xB$  môžu byť prepojené s vonkajšími pinmi alebo internými signálmi, konfigurujeme ich bitmi  $CCISx$
- bitmi  $CMx$  vyberáme hranu pri ktorej dôjde k zachyteniu – nábežná, zostupná alebo obe
- ak dôjde k zachyteniu vykonajú sa nasledovné operácie:
  - *okamžitá hodnota počítadla bude uložená do registra  $TACCRx$*
  - *nastaví sa príznak prerušenia  $TACCRx$   $CCIFG$*



## :: Časovač – zachytávací režim

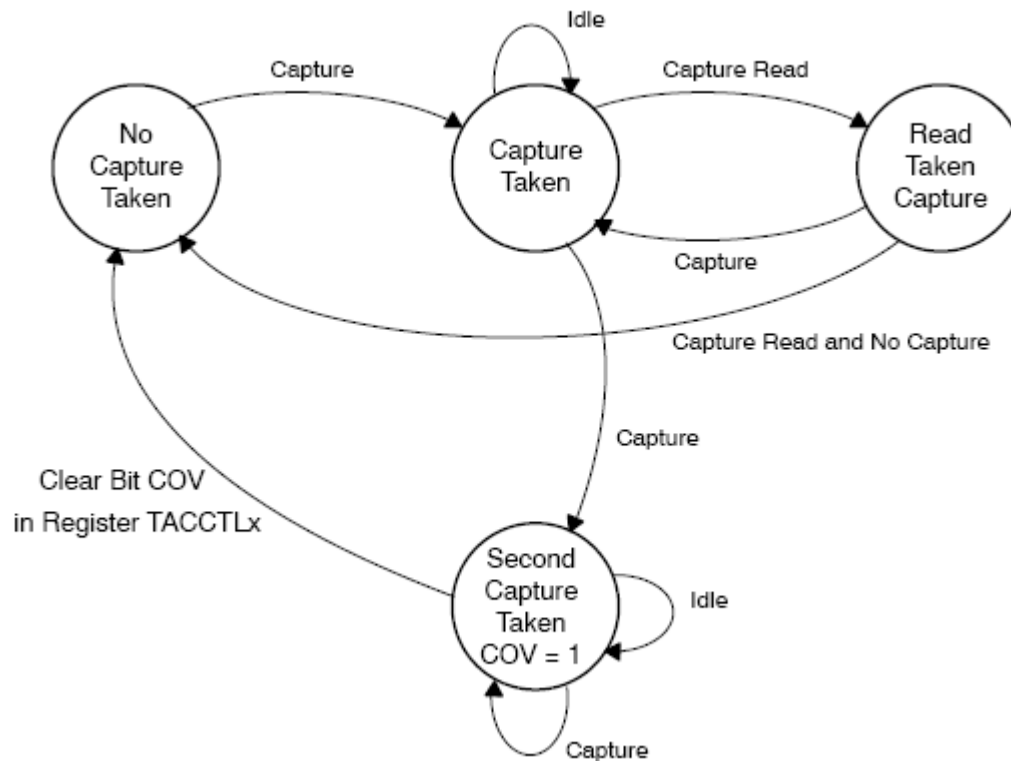
- úroveň vstupného signálu môžeme kedykoľvek skontrolovať prostredníctvom bitu CCI
- zachytávací signál môže byť asynchrónny vzhľadom na hodiny časovača
- aby sme predišli hazardom pri zachytení, je vhodné nastavením bitu SCS synchronizovať okamih zachytenia s ďalšou zostupnou hranou hodín časovača:





## :: Časovač – zachytávací režim

- každý záchytno/porovnávací register je vybavený logikou indikujícíou, či nedošlo k ďalšiemu zachyteniu predtým, než aplikačný program prečítal predchádzajúcu zachytenú hodnotu
- ak dôjde k takejto udalosti, automaticky bude nastavený bit COV, ktorý musíme zmazať softvérovo





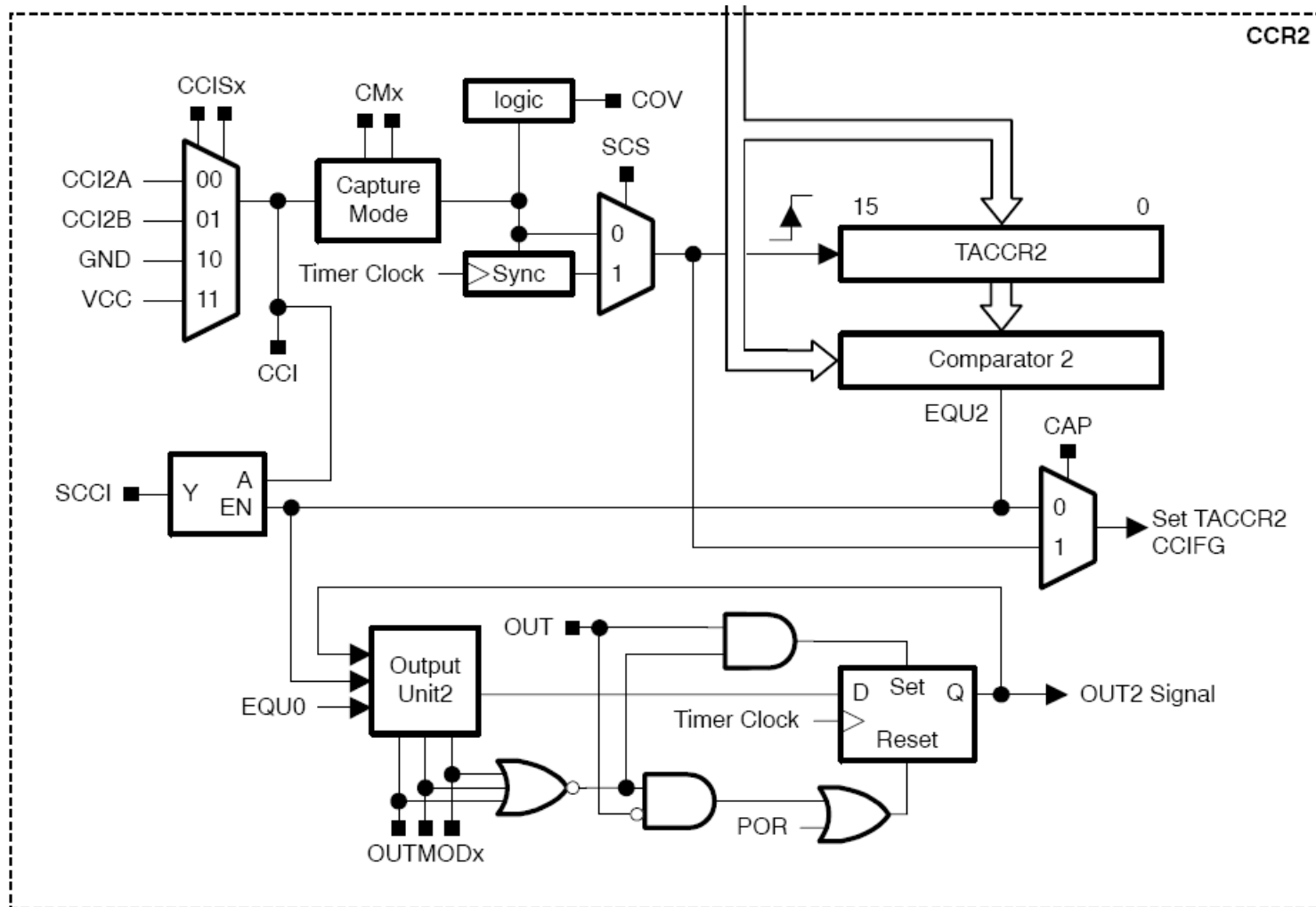
## :: Časovač – porovnávací režim

- režim je aktívny, keď bit CAP = 0
- porovnávací režim je vhodný pre účely generovania výstupných PWM signálov, alebo prerušení v daných časových intervaloch
- keď hodnota počítadla TAR dosiahne hodnotu v registri TACCRx vykonajú sa nasledujúce operácie:
  - *nastaví sa príznak prerušenia TACCRx CCIFG*
  - *interný signál EQUx = 1*
  - *stav EQUx ovplyvní výstupný signál podľa aktuálne nastaveného režimu výstupnej jednotky*
  - *úroveň vstupného signálu CCI bude uložená do SCCI*





## :: Časovač – porovnávací režim





## :: Časovač – výstupná jednotka

- každý záchytno/porovnávací blok obsahuje výstupnú jednotku
- výstupná jednotka umožňuje generovanie výstupných signálov (napr. PWM)
- každá výstupná jednotka má osem režimov činnosti, ktoré určujú, akým spôsobom sa budú generovať výstupné signály vzhľadom na stav signálov EQU0 a EQUx
- režim činnosti výstupnej jednotky určujú bity OUTMODx
- k zmene úrovne výstupného signálu OUTx dochádza pri nábežnej hrane hodín časovača pri všetkých režimoch činnosti výstupnej jednotky s výnimkou režimu 0
- režimy 2, 3, 6, a 7 nie je možné použiť pre výstupnú jednotku 0, pretože EQUx = EQU0.

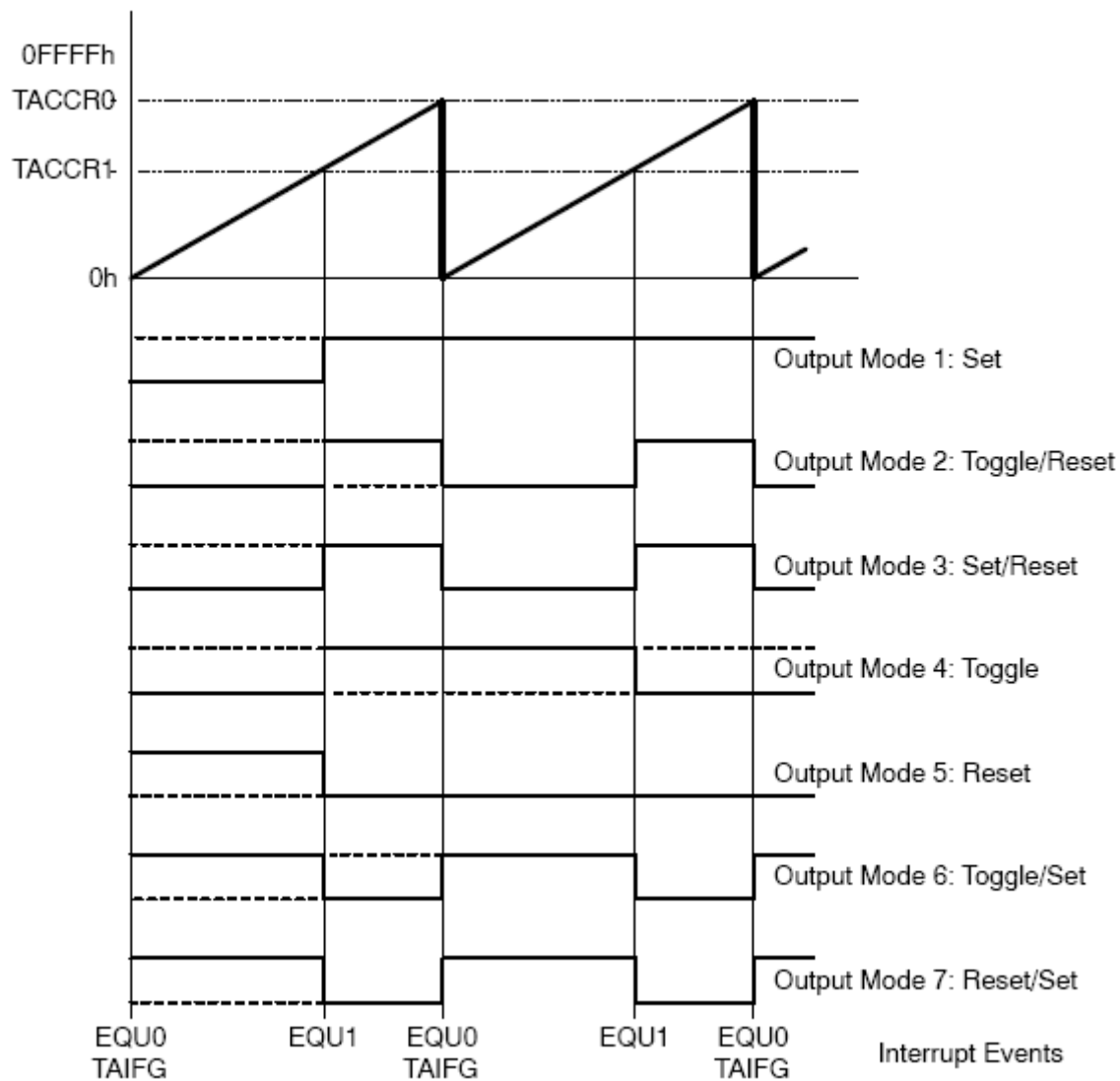


## :: Časovač – režimy činnosti výstupnej jednotky

OUTMODx	Režim	Opis
000	Výstup	Výstupný signál OUTx je daný nastavením bitu OUTx. Úroveň signálu OUTx sa mení okamžite pri zmene nastavenia bitu OUTx .
001	Nastavenie	Výstupný signál bude nastavený keď počítadlo dosiahne hodnotu TACCRx. Zostane nastavený až do resetu časovača alebo kým nezmeníme režim činnosti výstupnej jednotky, ktorý by zmenil nastavenie výstupu.
010	Preklápanie/reset	Úroveň výstupného signálu je preklápaná vždy keď počítadlo dosiahne hodnotu TACCRx. Akonáhle počítadlo dosiahne hodnotu TACCR0, je nastavená nízka úroveň výstupného signálu.
011	Nastavenie/reset	Výstupný signál bude nastavený keď počítadlo dosiahne hodnotu TACCRx. Akonáhle počítadlo dosiahne hodnotu TACCR0, je nastavená nízka úroveň výstupného signálu.
100	Preklápanie	Úroveň výstupného signálu je preklápaná vždy keď počítadlo dosiahne hodnotu TACCRx. Perióda výstupného signálu je dvojnásobkom periódy počítadla.
101	Reset	Výstupný signál bude nastavený na nízku úroveň keď počítadlo dosiahne hodnotu TACCRx. Zostane nastavený na nízku úroveň až do resetu časovača alebo kým nezmeníme režim činnosti výstupnej jednotky, ktorý by zmenil nastavenie výstupu.
110	Preklápanie/nastavenie	Úroveň výstupného signálu je preklápaná vždy keď počítadlo dosiahne hodnotu TACCRx. Akonáhle počítadlo dosiahne hodnotu TACCR0, je nastavená vysoká úroveň výstupného signálu.
111	Reset/nastavenie	Výstupný signál bude nastavený na nízku úroveň keď počítadlo dosiahne hodnotu TACCRx. Akonáhle počítadlo dosiahne hodnotu TACCR0, je nastavená vysoká úroveň výstupného signálu.

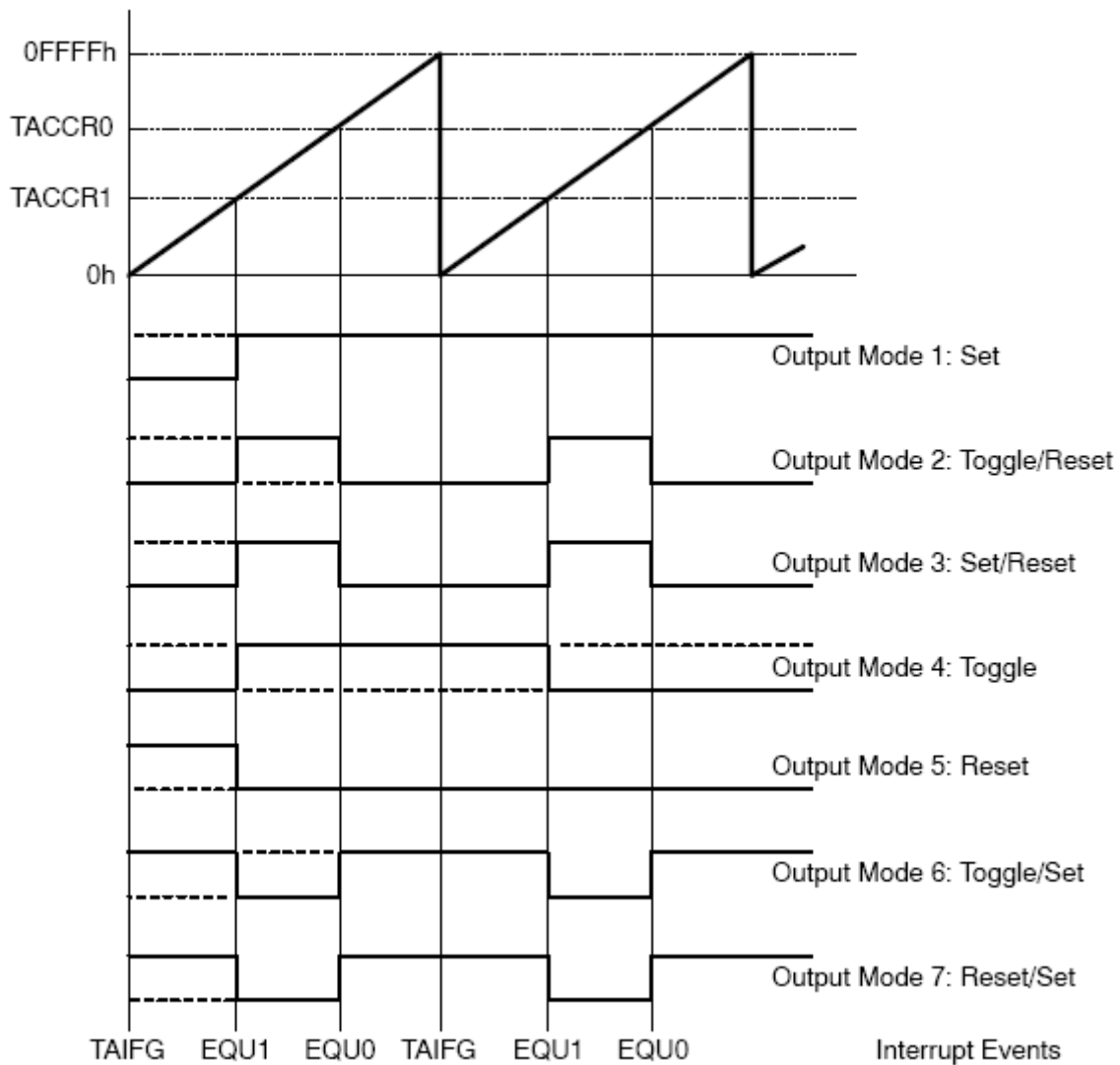


## :: Príklad: časovač v režime počítania nahor



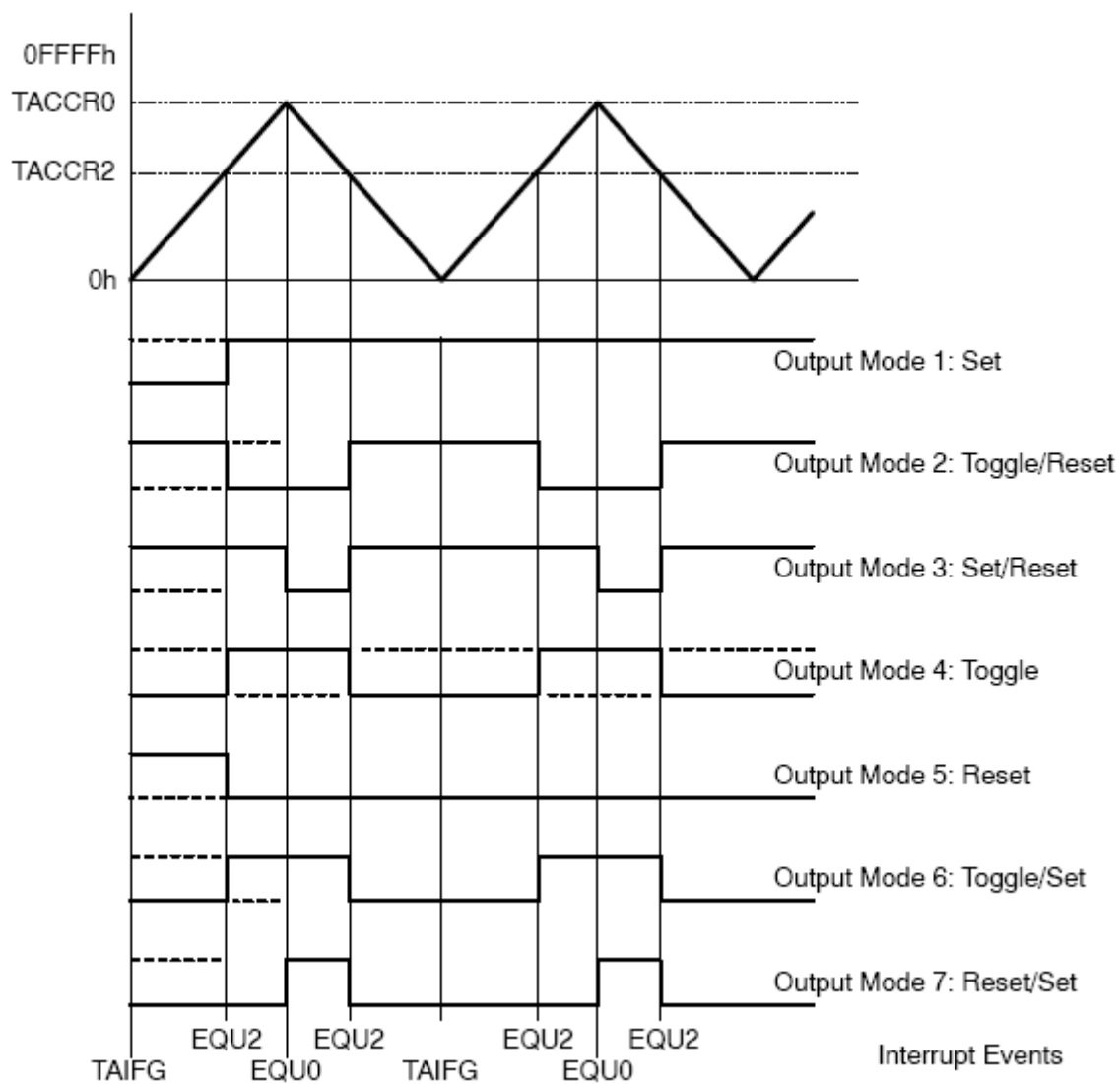


## :: Príklad: časovač v režime kontinuálneho počítania





## :: Príklad: časovač v režime počítania hore/dolu





## :: Časovač – prerušenia

INTERRUPT SOURCE	INTERRUPT FLAG	SYSTEM INTERRUPT	WORD ADDRESS	PRIORITY
Power-Up External Reset Watchdog Timer+ Flash key violation PC out-of-range <sup>(1)</sup>	PORIFG RSTIFG WDTIFG KEYV <sup>(2)</sup>	Reset	0FFFEh	31, highest
NMI Oscillator fault Flash memory access violation	NMIIFG OFIFG ACCVIFG <sup>(2)(3)</sup>	(non)-maskable (non)-maskable (non)-maskable	0FFFCh	30
			0FFFAh	29
			0FFF8h	28
			0FFF6h	27
Watchdog Timer+	WDTIFG	maskable	0FFF4h	26
Timer_A2	TACCR0 CCIFG <sup>(4)</sup>	maskable	0FFF2h	25
Timer_A2	TACCR1 CCIFG, TAIFG <sup>(2)(4)</sup>	maskable	0FFF0h	24
			0FFEEh	23
			0FFECh	22
ADC10 <sup>(5)</sup>	ADC10IFG <sup>(4)(5)</sup>	maskable	0FFEAh	21
USI	USIIFG, USISTTIFG <sup>(2)(4)</sup>	maskable	0FFE8h	20
I/O Port P2 (two flags)	P2IFG.6 to P2IFG.7 <sup>(2)(4)</sup>	maskable	0FFE6h	19
I/O Port P1 (eight flags)	P1IFG.0 to P1IFG.7 <sup>(2)(4)</sup>	maskable	0FFE4h	18
			0FFE2h	17
			0FFE0h	16
See <sup>(6)</sup>			0FFDEh to 0FFC0h	15 to 0, lowest



## :: Časovač – prerušenia



- modul časovača T\_A2 má pridelené dva vektory prerušení:
  - *vektor prerušenia TACCR0 pre príznak TACCR0 CCIFG*
  - *vektor prerušenia TAIV pre príznak TACCR1 CCIFG a TAIFG*
- ak dôjde v zachytávacom režime k zachyteniu okamžitej hodnoty počítadla do príslušného registra TACCRx, dôjde k nastaveniu zodpovedajúceho príznaku TACCRx CCIFG
- ak v porovnávacom režime dosiahne počítadlo TAR hodnotu v príslušnom registri TACCRx, dôjde k nastaveniu zodpovedajúceho príznaku TACCRx CCIFG
- príznaky TACCRx CCIFG môžeme nastavovať alebo mazať aj softvérovo
- príznak TACCR0 CCIFG je zmazaný automaticky obsluhou prerušenia
- všetky príznaky CCIFG vyvolajú prerušenie, keď je nastavený zodpovedajúci bit CCIE a bit GIE





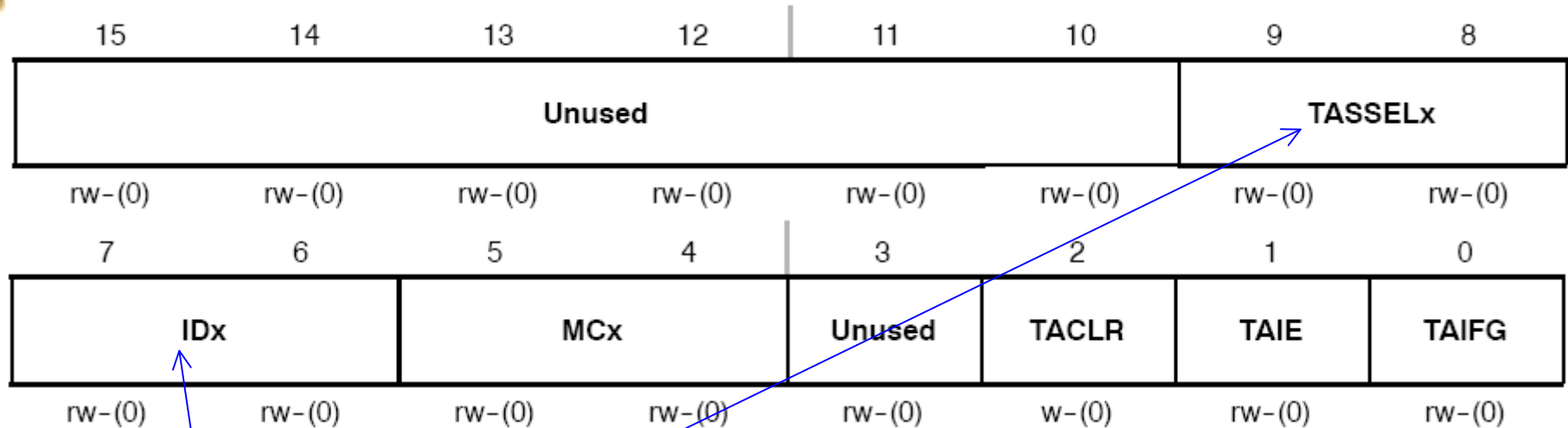
## :: Časovač – prehľad registrov

Register	Short Form	Register Type	Address	Initial State
Timer_A control	TACTL	Read/write	0160h	Reset with POR
Timer_A counter	TAR	Read/write	0170h	Reset with POR
Timer_A capture/compare control 0	TACCTL0	Read/write	0162h	Reset with POR
Timer_A capture/compare 0	TACCR0	Read/write	0172h	Reset with POR
Timer_A capture/compare control 1	TACCTL1	Read/write	0164h	Reset with POR
Timer_A capture/compare 1	TACCR1	Read/write	0174h	Reset with POR
Timer_A capture/compare control 2	TACCTL2 <sup>†</sup>	Read/write	0166h	Reset with POR
Timer_A capture/compare 2	TACCR2 <sup>†</sup>	Read/write	0176h	Reset with POR
Timer_A interrupt vector	TAIV	Read only	012Eh	Reset with POR

<sup>†</sup> Not present on MSP430x20xx Devices



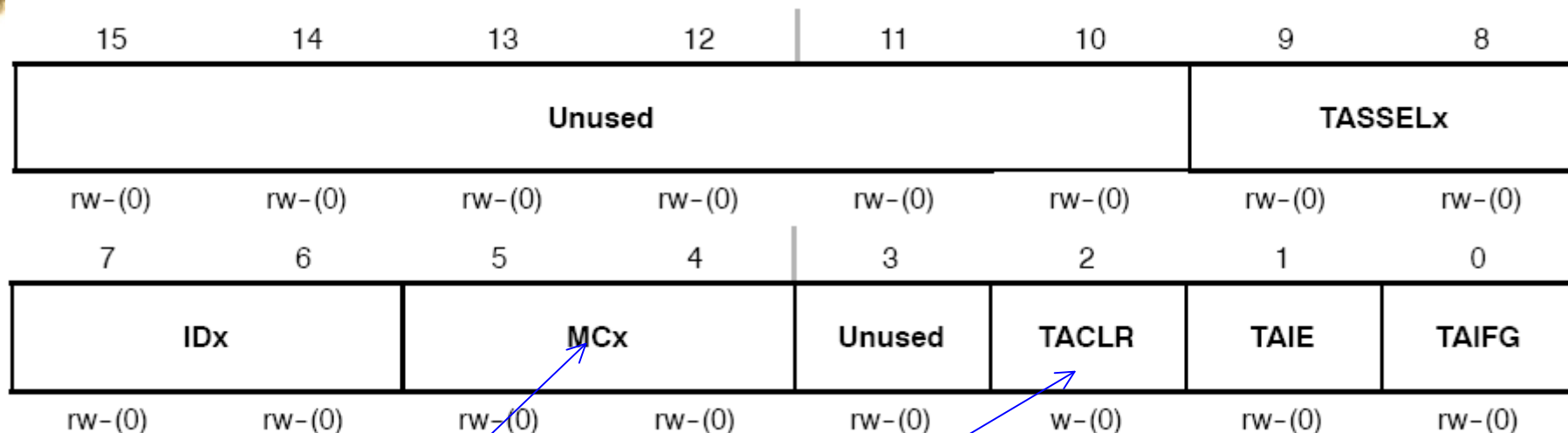
## :: Časovač – riadiaci register TACTL



Nepoužité	Bity 15-10	Bity bez významu.
<b>TASSELx</b>	Bity 9-8	<b>Výber zdroja hodín pre časovač T_A2.</b> 00      TACLK 01      ACLK 10      SMCLK 11      INCLK (INCLK je k dispozícii iba na niektorých verziách procesorov MSP430)
<b>Idx</b>	Bity 7-6	<b>Výber deliaceho pomeru vstupnej deličky časovača T_A2.</b> 00      /1 01      /2 10      /4 11      /8



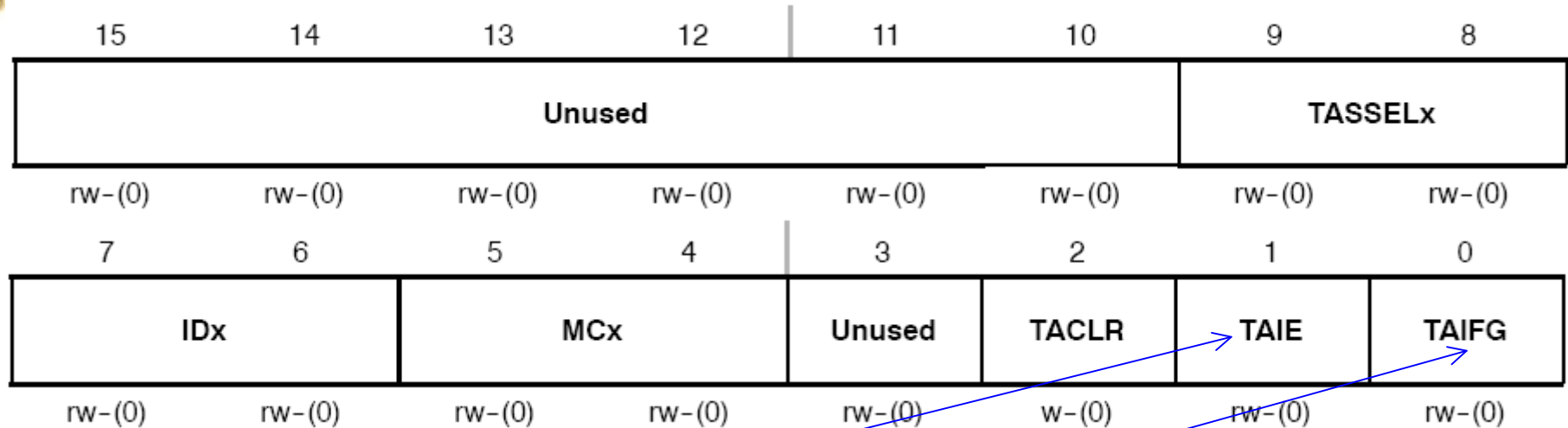
## :: Časovač – riadiaci register TACTL



<b>MCx</b>	Bity 5-4	<p><b>Nastavenie režimu časovača T_A2.</b>          Ak časovač nepoužívame, je vhodné z dôvodu úspory energie nastaviť bity MCx = 00h.</p> <p>00      Zastavenie časovača.          01      Režim počítania smerom hore do hodnoty TACCR0.          10      Režim kontinuálneho počítania do hodnoty 0FFFFh.          11      Režim počítania smerom hore/dolu – do hodnoty TACCR0 a potom späť k hodnote 0000h.</p>
<b>Nepoužitý</b>	Bit 3	<b>Bit bez významu.</b>
<b>TACLr</b>	Bit 2	<p><b>Reset nastavenia časovača T_A2.</b>          Nastavením tohto bitu dôjde k zmazaniu počítadla TAR a k resetu deličky a smeru počítania. Bit TACLr je resetovaný automaticky a pri čítaní vždy vracia hodnotu nula.</p>



## :: Časovač – riadiaci register TACTL

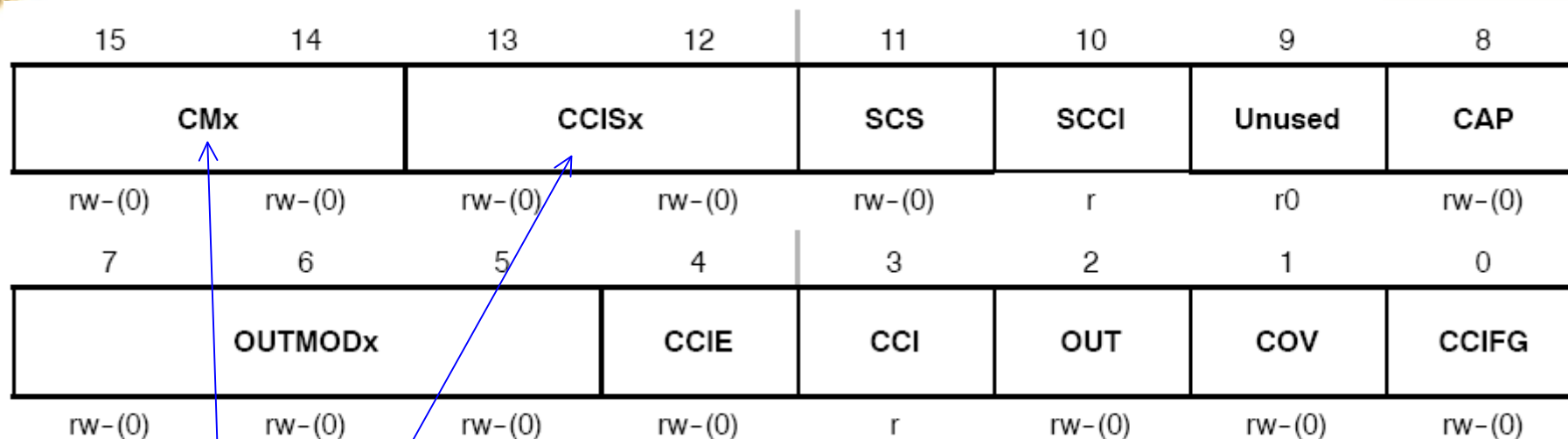


<b>TAIE</b> ←	Bit 1	<b>Povolenie prerušenia od časovača T_A2.</b> 0 prerušenie zakázané 1 prerušenie povolené
<b>TAIFG</b> ←	Bit 0	<b>Príznak prerušenia od časovača T_A2.</b> 0 nie je požiadavka na prerušenie 1 je požiadavka na prerušenie



# :: Časovač – riadiaci register pre zachytávanie/porovnávanie TACCTLx

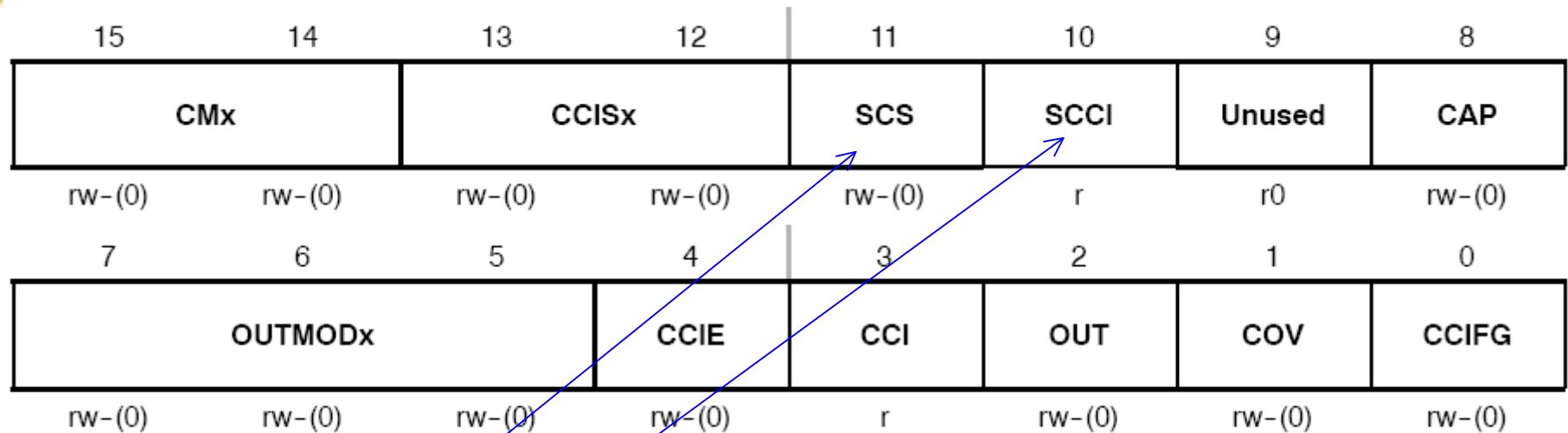
S T U . .  
. . . . .  
. F E I .  
. . . . .



CMx	Bity 15-14	<b>Režim zachytávania.</b>	
		00	režim nie je aktívny
		01	zachytávanie pri nábežnej hrane
		10	zachytávanie pri zostupnej hrane
CCISx	Bity 13-12	<b>Výber vstupného signálu v režime zachytávania/porovnávania pre register TACCRx.</b>	
		00	CCIxA
		01	CCIxB
		10	GND
		11	VCC



# :: Časovač – riadiaci register pre zachytávanie/porovnávanie TACCTLx

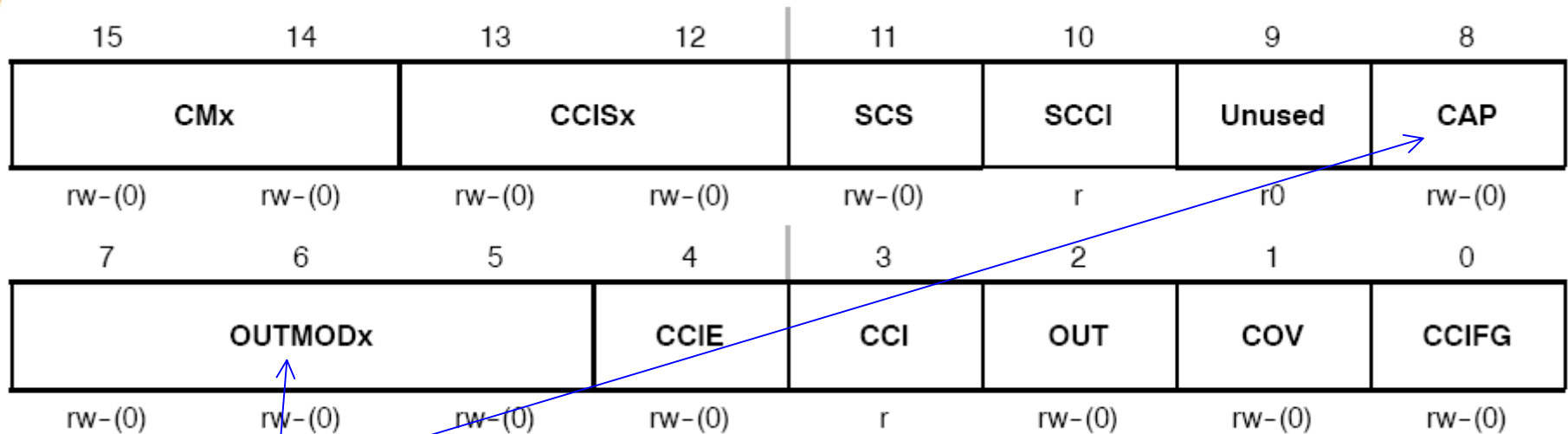


<b>SCS</b>	Bit 11	<b>Nastavenie synchronizácie zachytávania s hodinovým signálom časovača.</b> 0 asynchrónne zachytávanie 1 synchrónne zachytávanie
<b>SCCI</b>	Bit 10	Prostredníctvom tohto bitu môžeme čítať stav vybraného vstupného signálu CCI, ktorý je zachytávaný signálom EQUx.
<b>Nepoužitý</b>	Bit 9	Bit bez významu. Iba na čítanie. Vždy pri čítaní vracia hodnotu nula.



# :: Časovač – riadiaci register pre zachytávanie/porovnávanie TACCTLx

S T U . .  
. . . . .  
. F E I .  
. . . . .

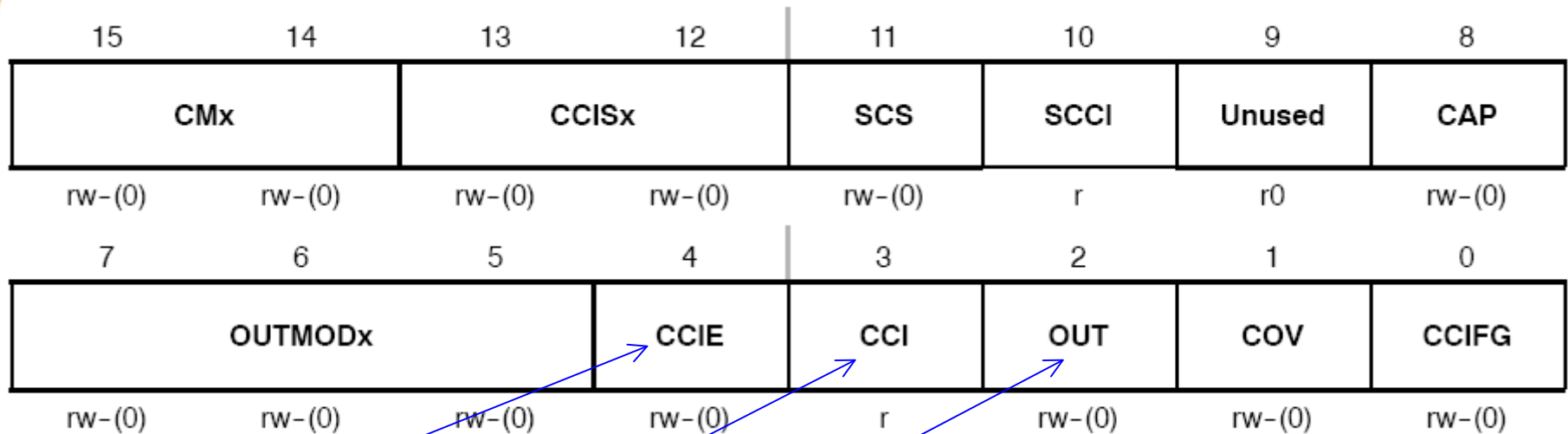


<b>CAP</b>	Bit 8	<b>Nastavenie režimu zachytávanie/porovnávanie.</b> 0 režim porovnávania 1 režim zachytávania
<b>OUTMODx</b>	Bity 7-5	<b>Režim činnosti výstupnej jednotky.</b> 000 výstup podľa bitu OUT 001 Nastavenie 010 Preklápanie/reset 011 Nastavenie/reset 100 Preklápanie 101 Reset 110 Preklápanie/nastavenie 111 Reset/nastavenie



# :: Časovač – riadiaci register pre zachytávanie/porovnávanie TACCTLx

S T U . .  
. . . . .  
. F E I .  
. . . . .



<b>CCIE</b>	Bit 4	<b>Povolenie prerušenia pri zachytení/porovnaní, t.j. pri nastavení príznaku CCIFG.</b> 0 prerušenie zakázané 1 prerušenie povolené
<b>CCI</b>	Bit 3	Týmto bitom môžeme čítať stav na vybranom zachytávacom/porovnávacom vstupe.
<b>OUT</b>	Bit 2	Ak nastavíme režim výstupnej jednotky OUTMODx = 000, zápisom do tohto bitu riadime úroveň na výstupnom pine výstupnej jednotky. 0 nízka úroveň na výstupnom pine 1 vysoká úroveň na výstupnom pine

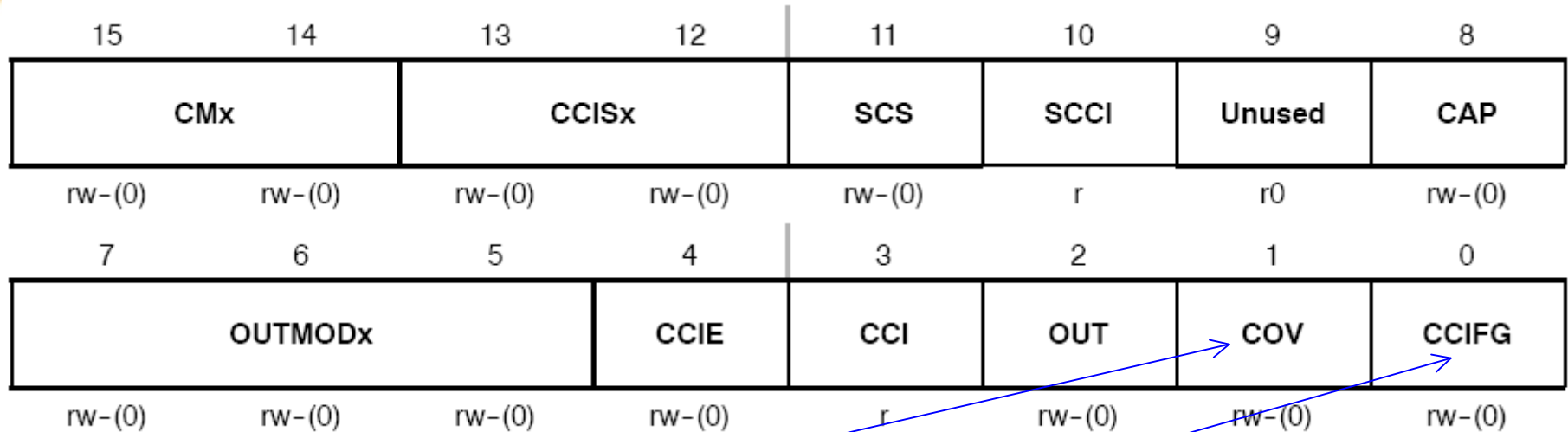




# :: Časovač – riadiaci register

## pre zachytávanie/porovnávanie TACCTLx

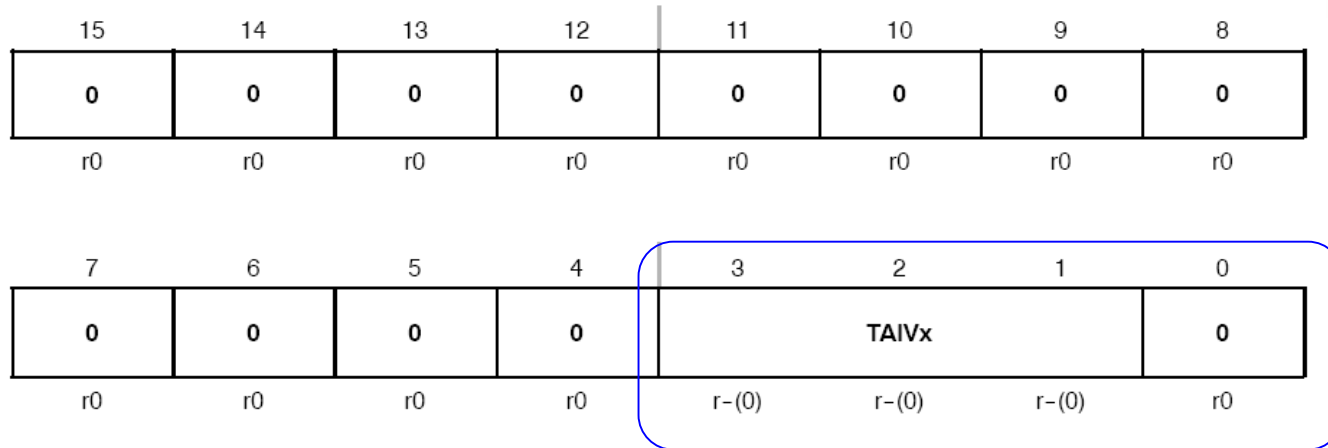
S T U . .  
 . . . . .  
 . F E I .  
 . . . . .



COV	Bit 1	<b>Bit indikuje pretečenie pri zachytení. Musí byť zmazaný softvérovo.</b> 0      nenastalo pretečenie pri zachytení 1      nastalo pretečenie pri zachytení
CCIFG	Bit 0	<b>Príznak prerušenia pri zachytení/porovnaní</b> 0      nie je požiadavka na prerušenie 1      je požiadavka na prerušenie



## :: Časovač – register vektorov prerušení TAIV



TAIVx      Bits      Timer\_A Interrupt Vector value  
 15-0

TAIV Contents	Interrupt Source	Interrupt Flag	Interrupt Priority
00h	No interrupt pending	-	
02h	Capture/compare 1	TACCR1 CCIFG	Highest
04h	Capture/compare 2 <sup>†</sup>	TACCR2 CCIFG	
06h	Reserved	-	
08h	Reserved	-	
0Ah	Timer overflow	TAIFG	
0Ch	Reserved	-	
0Eh	Reserved	-	Lowest

<sup>†</sup> Not Implemented in MSP430x20xx, devices



## :: Otázky ku skúške

- Stručne opíšte základné vlastnosti časovača T\_A2 procesorov MSP430!
- Uvedte zdroje hodín, ktoré je možné nastaviť pre počítadlo časovača T\_A2 a deliace pomery predradenej deličky!
- V ktorých štyroch režimoch môže pracovať časovač T\_A2?
- Opíšte režim počítania smerom hore a uvedte príklad, kedy môžeme tento režim činnosti časovača použiť!
- Opíšte režim kontinuálneho počítania a uvedte príklad, kedy môžeme tento režim činnosti časovača použiť!
- Opíšte režim počítania smerom hore/dolu a uvedte príklad, kedy môžeme tento režim činnosti časovača použiť!
- Opíšte režim zachytávania!
- Opíšte režim porovnávania!
- Uvedte, aká je úloha výstupnej jednotky časovača T\_A2, v akých režimoch môže pracovať a na vhodnom príklade opíšte jej činnosť!
- Koľko vektorov prerušení má pridelených modul časovača T\_A2, a ktoré udalosti nastavujú ich zodpovedajúce príznaky?



**Koniec prednášky č. 4**  
**Časovač a jeho aplikácie**