MASTERs 2015

The premier technical training conference for embedded control engineers

MICROCHIP

MPLAB® Code Configurator (MCC)

Освоение MCC, опыт работы с независимой от ядра периферией

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

План

- **Часть 1: Обзор MCC – Что и Зачем?**
- **Часть 2: Изучение MCC**
  - Установка MCC в MPLAB® X IDE
  - Обзор интерфейса MCC
- **Часть 3: Знакомство с независимой от ядра периферией. Использование MCC**
  - Lab 1 Логические ячейки
  - Lab 2 Аппаратное CRC, SMT, WWDT
  - Lab 3 Цифровой КИХ фильтр
- **Итоги**

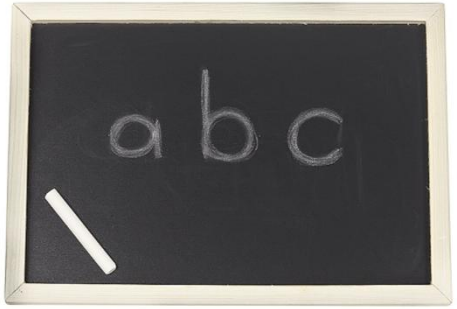
© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

План

- **Часть 1: Обзор MCC – Что и Зачем?**
- Часть 2: Изучение MCC
- Часть 3: Знакомство с независимой от ядра периферией. Использование MCC
- Итоги

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Часть 1: Обзор MCC



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Что такое MCC ?

- MCC это инструмент который помогает конфигурировать периферию и порты В/В микроконтроллера
- MCC генерирует простой и самодокументированный код инициализации и драйвера для вашего проекта
- MCC это бесплатный инструмент, интегрированный в MPLAB® X IDE

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Почему MCC?

- **MCC помогает:**
  - Создать всю инициализацию и драйвера периферии для вашего проекта
  - Задать выводы МК, включая Peripheral Pin Select (PPS)
  - Управлять прерываниями
  - Создавать драйвера, совместимые между семействами МК
  - Конфигурировать сложную периферию

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Почему MCC?

Регистры для Angular Timer

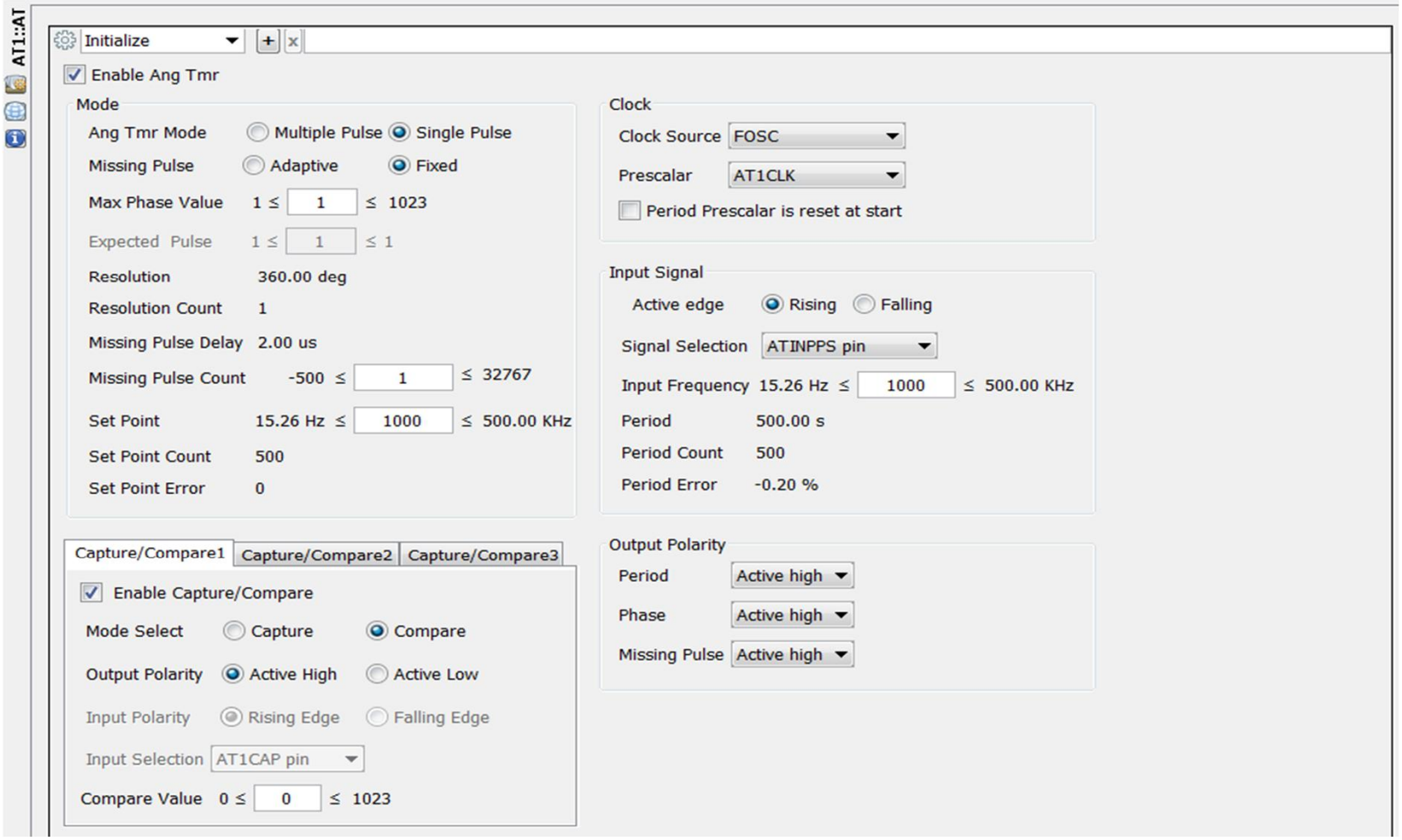
TABLE 31-2: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH THE ANGULAR TIMER MODULE

Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Register on page
AT1CC1H	—	—	—	—	—	—	CC1<9:8>		489
AT1CC1L	CC1<7:0>								489
AT1CCON1	CC1EN	—	—	CC1POL	CAP1P	—	—	CC1MODE	487
AT1CCON2	CC2EN	—	—	CC2POL	CAP2P	—	—	CC2MODE	487
AT1CCON3	CC3EN	—	—	CC3POL	CAP3P	—	—	CC3MODE	487
AT1CLK	—	—	—	—	—	—	—	CS0	477
AT1CON0	EN	PREC	PS<1:0>		POL	—	APMOD	MODE	475
AT1CON1	—	PHP	—	PRP	—	MPP	ACCS	VALID	476
AT1CSEL1	—	—	—	—	—	CP1S<2:0>			488
AT1CSEL2	—	—	—	—	—	CP2S<2:0>			488
AT1CSEL3	—	—	—	—	—	CP3S<2:0>			488
AT1ERRH	ERR<15:8>								486
AT1ERRL	ERR<7:0>								486
AT1IE0	—	—	—	—	—	PHSIE	MISSIE	PERIE	482
AT1IR0	—	—	—	—	—	PHSIF	MISSIF	PERIF	482
AT1IE1	—	—	—	—	—	CC3IE	CC2IE	CC1IE	483
AT1IR1	—	—	—	—	—	CC3IF	CC2IF	CC1IF	484
AT1MISSH	MISS<15:8>								479
AT1MISSL	MISS<7:0>								479
AT1PERH	POV	PER<14:8>							480
AT1PERL	PER<7:0>								480
AT1PHSH	—	—	—	—	—	—	PHS<9:8>		481
AT1PHSL	PHS<7:0>								481
AT1RESH	—	—	—	—	—	—	RES<9:8>		478
AT1RESL	RES<7:0>								478
AT1SIG	—	—	—	—	—	SSEL<2:0>			477
AT1STPTH	—	STPT<14:8>							485
AT1STPTL	STPT<7:0>								485
PIE5	TMR3GIE	TMR3IE	TMR5GIE	TMR5IE	—	AT1IE	PID1EIE	PID1DIE	110
PIR5	TMR3GIF	TMR3IF	TMR5GIF	TMR5IF	—	AT1IF	PID1EIF	PID1DIF	115

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Почему MCC?

Так Angular Timer настраивается в MCC



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Почему MCC?

Регистры для CLC

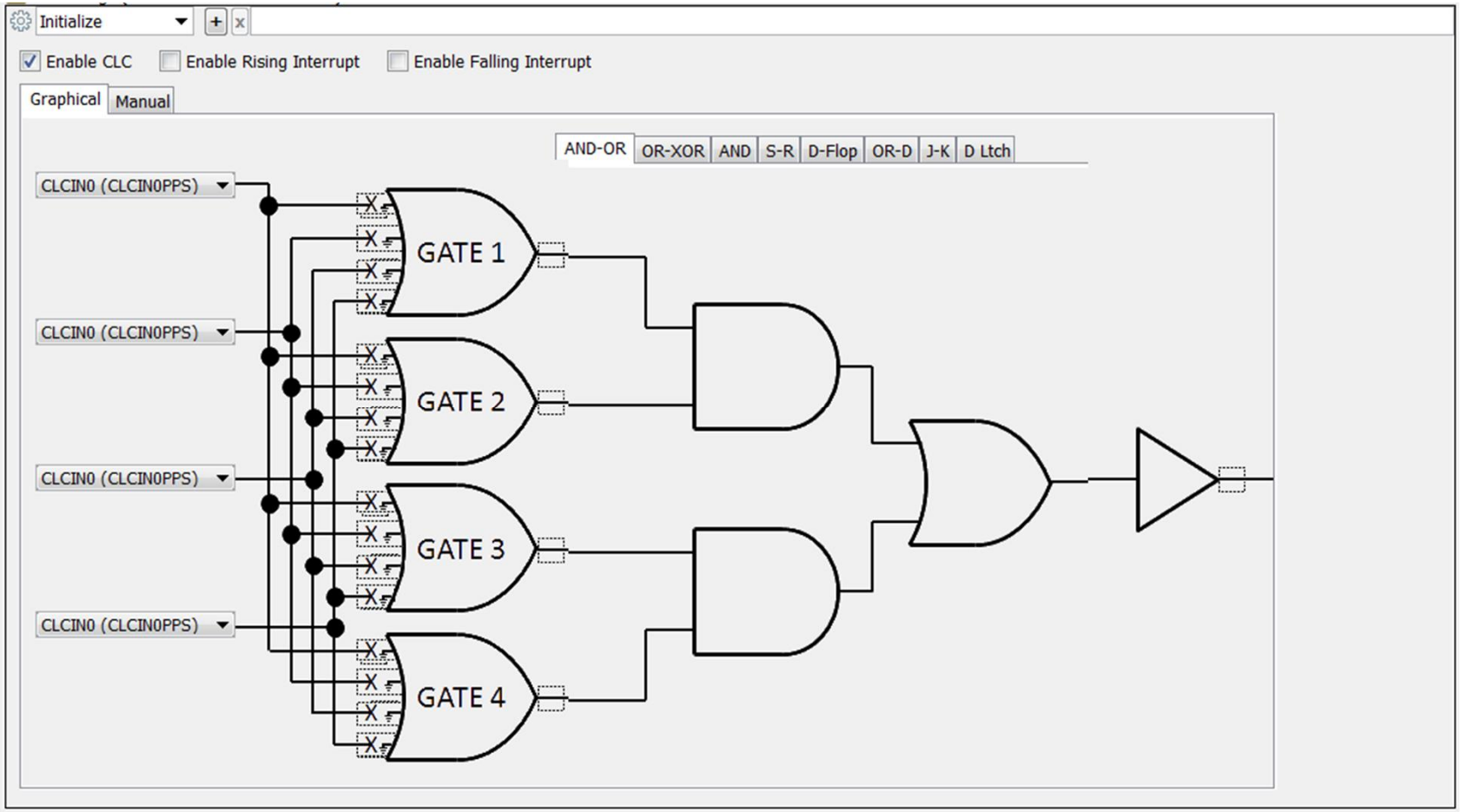
TABLE 29-3: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH CLCx (continued)

Name	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	Register on Page
CLC3GLS1	LC3G2D4T	LC3G2D4N	LC3G2D3T	LC3G2D3N	LC3G2D2T	LC3G2D2N	LC3G2D1T	LC3G2D1N	410
CLC3GLS2	LC3G3D4T	LC3G3D4N	LC3G3D3T	LC3G3D3N	LC3G3D2T	LC3G3D2N	LC3G3D1T	LC3G3D1N	411
CLC3GLS3	LC3G4D4T	LC3G4D4N	LC3G4D3T	LC3G4D3N	LC3G4D2T	LC3G4D2N	LC3G4D1T	LC3G4D1N	412
CLC3POL	LC3POL	—	—	—	LC3G4POL	LC3G3POL	LC3G2POL	LC3G1POL	405
CLC3SEL0	—	—	LC3D1S<5:0>						406
CLC3SEL1	—	—	LC3D2S<5:0>						406
CLC3SEL2	—	—	LC3D3S<5:0>						406
CLC3SEL3	—	—	LC3D4S<5:0>						408
CLC4CON	LC4EN	—	LC4OUT	LC4INTP	LC4INTN	LC4MODE<2:0>			404
CLC4GLS0	LC4G1D4T	LC4G1D4N	LC4G1D3T	LC4G1D3N	LC4G1D2T	LC4G1D2N	LC4G1D1T	LC4G1D1N	409
CLC4GLS1	LC4G2D4T	LC4G2D4N	LC4G2D3T	LC4G2D3N	LC4G2D2T	LC4G2D2N	LC4G2D1T	LC4G2D1N	410
CLC4GLS2	LC4G3D4T	LC4G3D4N	LC4G3D3T	LC4G3D3N	LC4G3D2T	LC4G3D2N	LC4G3D1T	LC4G3D1N	411
CLC4GLS3	LC4G4D4T	LC4G4D4N	LC4G4D3T	LC4G4D3N	LC4G4D2T	LC4G4D2N	LC4G4D1T	LC4G4D1N	412
CLC4POL	LC4POL	—	—	—	LC4G4POL	LC4G3POL	LC4G2POL	LC4G1POL	405
CLC4SEL0	—	—	LC4D1S<5:0>						406
CLC4SEL1	—	—	LC4D2S<5:0>						406
CLC4SEL2	—	—	LC4D3S<5:0>						406
CLC4SEL3	—	—	LC4D4S<5:0>						408
INTCON	GIE	PEIE	TMR0IE	INTE	IOCIE	TMR0IF	INTF	IOCIF	64
PIE3	—	—	CWGIE	ZCDIE	CLC4IE	CLC3IE	CLC2IE	CLC1IE	108
PIR3	—	—	CWGIF	ZCDIF	CLC4IF	CLC3IF	CLC2IF	CLC1IF	113
TRISA	—	—	TRISA5	TRISA4	—(1)	TRISA2	TRISA1	TRISA0	98
TRISB	TRISB7	TRISB6	TRISB5	TRISB4	—	—	—	—	102
TRISC	TRISC7(2)	TRISC6(2)	TRISC5	TRISC4	TRISC3	TRISC2	TRISC1	TRISC0	106

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Почему MCC?

- Так CLC настраиваются в MCC



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Почему MCC?

Настройки конвейерного АЦП в Даташите

© 2012-2014 Microchip Technology Inc.

TABLE 4-25: 12-BIT PIPELINE A/D CONVERTER REGISTER MAP

File Name	Addr	Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	All Resets
ADCON1	0500	ADON	—	ADSIDL	ADSLP	FORM3	FORM2	FORM1	FORM0	PUMPEN	ADCAL	—	—	—	—	—	PWRLVL	0000
ADCON2	0502	PVCFG1	PVCFG0	—	NVCFG0	—	BUFORG	r	r	r	r	—	—	—	—	RFPUMP	r	0300
ADCON3	0504	ADRC	—	—	—	SLEN3	SLEN2	SLEN1	SLEN0	ADCS7	ADCS6	ADCS5	ADCS4	ADCS3	ADCS2	ADCS1	ADCS0	0000
ADTMRPR	0506	A/D Trigger Timer Period Value Register																0000
ADSTATH	050A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	PUMPST	ADREADY	ADBUSY	0000
ADSTATL	0508	—	—	—	—	—	—	—	SLOV	—	—	r	ACCIF	SL3IF	SL2IF	SL1IF	SL0IF	0000
ADL0CONH	051E	ASEN	SLINT1	SLINT0	WM1	WM0	CM2	CM1	CM0	CTMEN	r	MULCHEN	SAMC4	SAMC3	SAMC2	SAMC1	SAMC0	0000
ADL0CONL	051C	SLEN	SAMP	SLENCLR	SLTSRC4	SLTSRC3	SLTSRC2	SLTSRC1	SLTSRC0	THSRC	—	—	SLSIZE4	SLSIZE3	SLSIZE2	SLSIZE1	SLSIZE0	0000
ADL1CONH	053A	ASEN	SLINT1	SLINT0	WM1	WM0	CM2	CM1	CM0	CTMEN	r	MULCHEN	SAMC4	SAMC3	SAMC2	SAMC1	SAMC0	0000
ADL1CONL	0538	SLEN	SAMP	SLENCLR	SLTSRC4	SLTSRC3	SLTSRC2	SLTSRC1	SLTSRC0	THSRC	—	—	SLSIZE4	SLSIZE3	SLSIZE2	SLSIZE1	SLSIZE0	0000
ADL2CONH	0556	ASEN	SLINT1	SLINT0	WM1	WM0	CM2	CM1	CM0	CTMEN	r	MULCHEN	SAMC4	SAMC3	SAMC2	SAMC1	SAMC0	0000
ADL2CONL	0554	SLEN	SAMP	SLENCLR	SLTSRC4	SLTSRC3	SLTSRC2	SLTSRC1	SLTSRC0	THSRC	—	—	SLSIZE4	SLSIZE3	SLSIZE2	SLSIZE1	SLSIZE0	0000
ADL3CONH	0402	ASEN	SLINT1	SLINT0	WM1	WM0	CM2	CM1	CM0	CTMEN	r	MULCHEN	SAMC4	SAMC3	SAMC2	SAMC1	SAMC0	0000
ADL3CONL	0400	SLEN	SAMP	SLENCLR	SLTSRC4	SLTSRC3	SLTSRC2	SLTSRC1	SLTSRC0	THSRC	—	—	SLSIZE4	SLSIZE3	SLSIZE2	SLSIZE1	SLSIZE0	0000
ADL0PTR	0520	—	ADNEXT<6:0>							—	—	—	—	—	—	—	—	0000
ADL1PTR	053C	—	ADNEXT<6:0>							—	—	—	—	—	—	—	—	0000
ADL2PTR	0558	—	ADNEXT<6:0>							—	—	—	—	—	—	—	—	0000
ADL3PTR	0404	—	ADNEXT<6:0>							—	—	—	—	—	—	—	—	0000
ADL0STAT	0522	ADTACT	LBUSY	—	—	—	—	—	—	ADTDLY	—	ADLIF	—	—	—	—	—	0000
ADL1STAT	053E	ADTACT	LBUSY	—	—	—	—	—	—	ADTDLY	—	ADLIF	—	—	—	—	—	0000
ADL2STAT	055A	ADTACT	LBUSY	—	—	—	—	—	—	ADTDLY	—	ADLIF	—	—	—	—	—	0000
ADL3STAT	0406	ADTACT	LBUSY	—	—	—	—	—	—	ADTDLY	—	ADLIF	—	—	—	—	—	0000

Legend: — = unimplemented, read as '0'; r = reserved, do not modify. Reset values are shown in hexadecimal.

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Почему MCC?

Настройки конвейерного АЦП в Даташите

DS30009312C-page 62

TABLE 4-25: 12-BIT PIPELINE A/D CONVERTER REGISTER MAP (CONTINUED)

File Name	Addr	Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	All Resets
ADTBL0	0300	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL1	0302	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL2	0304	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL3	0306	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL4	0308	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL5	030A	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL6	030C	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL7	030E	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL8	0310	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL9	0312	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL10	0314	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL11	0316	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL12	0318	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL13	031A	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL14	031C	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL15	031E	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL16	0320	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL17	0322	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL18	0324	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL19	0326	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL20	0328	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL21	032A	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL22	032C	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL23	032E	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL24	0330	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL25	0332	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL26	0334	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL27	0336	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL28	0338	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL29	033A	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL30	033C	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000
ADTBL31	033E	UCTMU	DIFF	—	—	—	—	—	—	—	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2	ADCH1	ADCH0	0000

Legend: — = unimplemented, read as '0'; r = reserved, do not modify. Reset values are shown in hexadecimal.

© 2012-2014 Microchip Technology Inc

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Почему МСС?

Настройки конвейерного АЦП в Даташите

DS30009312C-page 64

TABLE 4-25: 12-BIT PIPELINE A/D CONVERTER REGISTER MAP (CONTINUED)

File Name	Addr	Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	All Resets
ACCONH	050E	—	—	—	—	—	—	—	—	ACEN	ACIE	—	—	—	—	—	—	0000
ACCONL	050C	—	—	TBLSEL5	TBLSEL4	TBLSEL3	TBLSEL2	TBLSEL1	TBLSEL0	COUNT7	COUNT6	COUNT5	COUNT4	COUNT3	COUNT2	COUNT1	COUNT0	0000
ACRESH	0512	A/D Accumulation High Result Register (bits<31-16>)																0000
ACRESL	0510	A/D Accumulation Low Result Register (bits<15-0>)																0000
ADCHITH	0516	CHH<31:16>																0000
ADCHITL	0514	CHH<15:0>																0000
ADTH0H	0526	TH<15:0>																0000
ADTH0L	0524	TH<15:0>																0000
ADTH1H	0542	TH<15:0>																0000
ADTH1L	0540	TH<15:0>																0000
ADTH2H	055E	TH<15:0>																0000
ADTH2L	055C	TH<15:0>																0000
ADTH3H	040A	TH<15:0>																0000
ADTH3L	0408	TH<15:0>																0000
ADL0MSEL3	052E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	MSEL<49:48>		0000
ADL0MSEL2	052C	MSEL<47:32>																0000
ADL0MSEL1	052A	MSEL<31:16>																0000
ADL0MSEL0	0528	MSEL15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0000
ADL1MSEL3	054A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	MSEL<49:48>		0000
ADL1MSEL2	0548	MSEL<47:32>																0000
ADL1MSEL1	0546	MSEL<31:16>																0000
ADL1MSEL0	0544	MSEL15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0000
ADL2MSEL3	0566	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	MSEL<49:48>		0000
ADL2MSEL2	0564	MSEL<47:32>																0000
ADL2MSEL1	0562	MSEL<31:16>																0000
ADL2MSEL0	0560	MSEL15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0000
ADL3MSEL3	0412	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	MSEL<49:48>		0000
ADL3MSEL2	0410	MSEL<47:32>																0000
ADL3MSEL1	040E	MSEL<31:16>																0000
ADL3MSEL0	040C	MSEL15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0000

Legend: — = unimplemented, read as '0'; r = reserved, do not modify. Reset values are shown in hexadecimal.

© 2012-2014 Microchip Technolo

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Почему MCC?

Настройки конвейерного АЦП в Даташите

© 2012-2014 Microchip Technology Inc.

TABLE 4-25: 12-BIT PIPELINE A/D CONVERTER REGISTER MAP (CONTINUED)

File Name	Addr	Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	All Resets
ADRES0	0340	A/D Result Register 0																0000
ADRES1	0342	A/D Result Register 1																0000
ADRES2	0344	A/D Result Register 2																0000
ADRES3	0346	A/D Result Register 3																0000
ADRES4	0348	A/D Result Register 4																0000
ADRES5	034A	A/D Result Register 5																0000
ADRES6	034C	A/D Result Register 6																0000
ADRES7	034E	A/D Result Register 7																0000
ADRES8	0350	A/D Result Register 8																0000
ADRES9	0352	A/D Result Register 9																0000
ADRES10	0354	A/D Result Register 10																0000
ADRES11	0356	A/D Result Register 11																0000
ADRES12	0358	A/D Result Register 12																0000
ADRES13	035A	A/D Result Register 13																0000
ADRES14	035C	A/D Result Register 14																0000
ADRES15	035E	A/D Result Register 15																0000
ADRES16	0360	A/D Result Register 16																0000
ADRES17	0362	A/D Result Register 17																0000
ADRES18	0364	A/D Result Register 18																0000
ADRES19	0366	A/D Result Register 19																0000
ADRES20	0368	A/D Result Register 20																0000
ADRES21	036A	A/D Result Register 21																0000
ADRES22	036C	A/D Result Register 22																0000
ADRES23	036E	A/D Result Register 23																0000
ADRES24	0370	A/D Result Register 24																0000
ADRES25	0372	A/D Result Register 25																0000
ADRES26	0374	A/D Result Register 26																0000
ADRES27	0376	A/D Result Register 27																0000
ADRES28	0378	A/D Result Register 28																0000
ADRES29	037A	A/D Result Register 29																0000
ADRES30	037C	A/D Result Register 30																0000
ADRES31	037E	A/D Result Register 31																0000

Legend: — = unimplemented, read as '0'; r = reserved, do not modify. Reset values are shown in hexadecimal.

DS30009312C-page

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Почему MCC?

Настройки конвейерного АЦП в MCC

PADC1::PipelineADC

Initialize

Enable Pipeline ADC

ADC Clock

Conversion Clock Source: FOSC/2
Clock Prescalar: 1
Sample time TAD : 5.0E-7s
Clock Frequency : 2,000,000 Hz

Output Format: Integer, Raw Data
Positive Voltage Ref: AVDD
Negative Voltage Ref: AVSS

Sample List and Table Setting

Sample List Setup

Enable Sample List 0
Enable AutoScan
Charge time: 0
Conversion Trigger: Manual Trigg...
Sample List Size: 1

Enable Sample List 1
Enable AutoScan
Charge time: 0
Conversion Trigger: Manual Trigg...
Sample List Size: 1

Enable Sample List 2
Enable AutoScan
Charge time: 0
Conversion Trigger: Manual Trigg...
Sample List Size: 1

Enable Sample List 3
Enable AutoScan:
Charge time: 0
Conversion Trigger: Manual Trigg...
Sample List Size: 1

Periodic Timer: 0x0 ≤ 0x0 ≤ 0xFFFF

Channel Selection Table:

Sample List Name	Table Register	Differential Enable	Single Channel	Differential Channel
Sample List 0	ADTBL0			
Sample List 2	ADTBL1			

Enable Accumulator
Counter: 0 ≤ 0 ≤ 255
Table Register Select: ADTBL0

Enable ADC Interrupt

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Что нового в MCC v2.25.2?

- **Расширена поддержка:** Много PIC12F, PIC16F, PIC18F и PIC24F - поддерживается 309 типов микроконтроллеров
- **Расширена поддержка периферии:** AT (угловой таймер), PID, MATHACC, SMT, HLT, CRC и Scan, DMA, конвейерный и Дельта Сигма АЦП.
- **Улучшения и исправление ошибок**

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

План

- Часть 1: Обзор MCC – Что и Зачем?
- **Часть 2: Изучение MCC**
- Часть 3: Знакомство с независимой от ядра периферией. Использование MCC
- Итоги

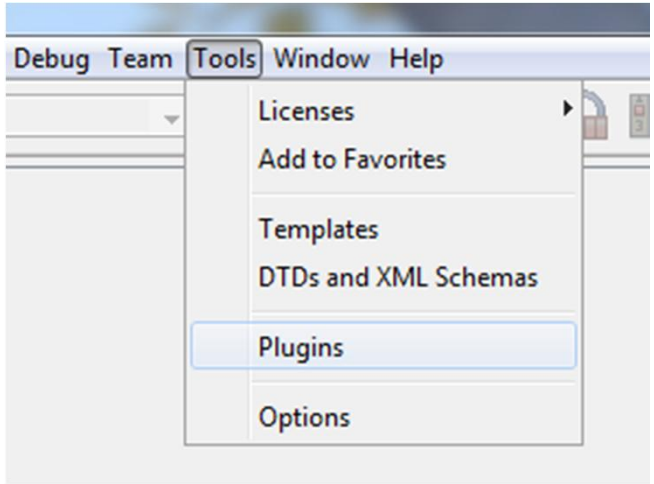
© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Установка MCC

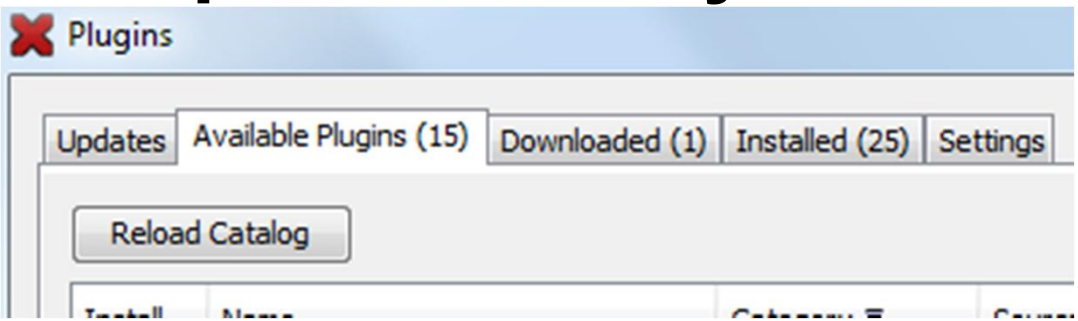
© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Установка MCC

- **Tools –> Plugins**



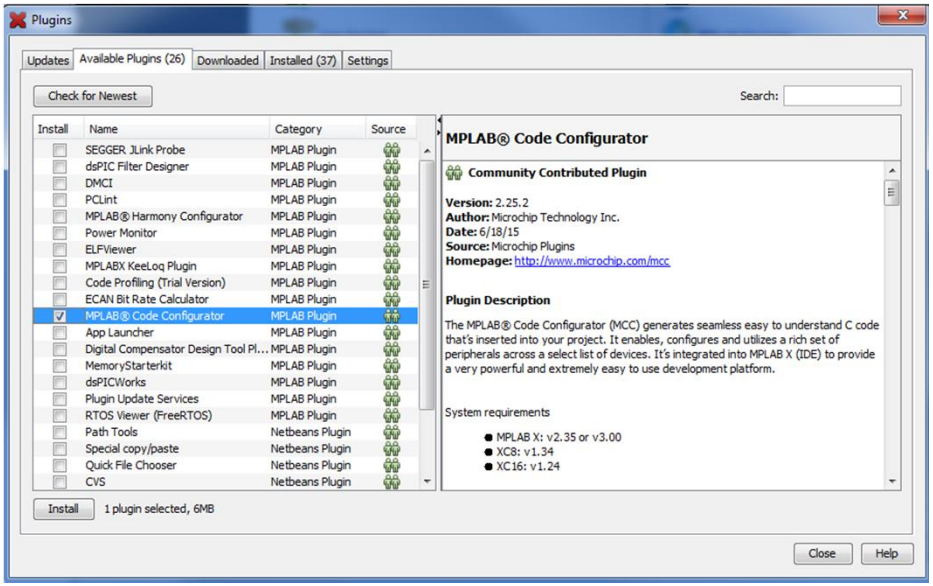
- **Выбрать вкладку Available Plugins**



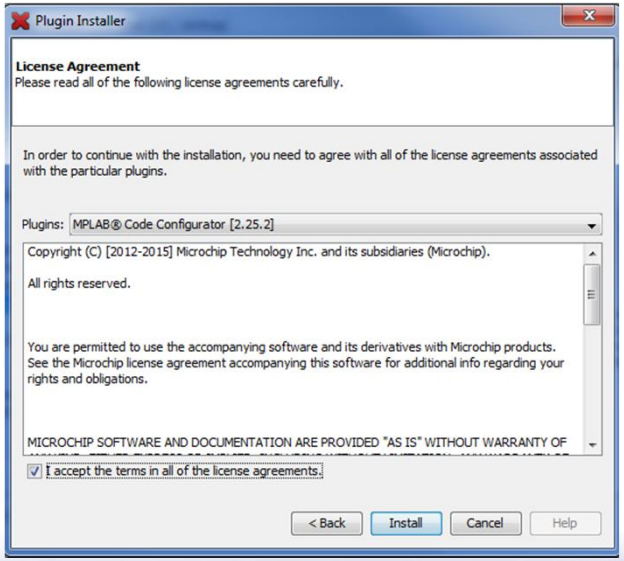
© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Установка MCC

- Выбрать MPLAB® Code Configurator и нажать на Install



- (Прочитать и) Согласиться с License Agreement и нажать на Install

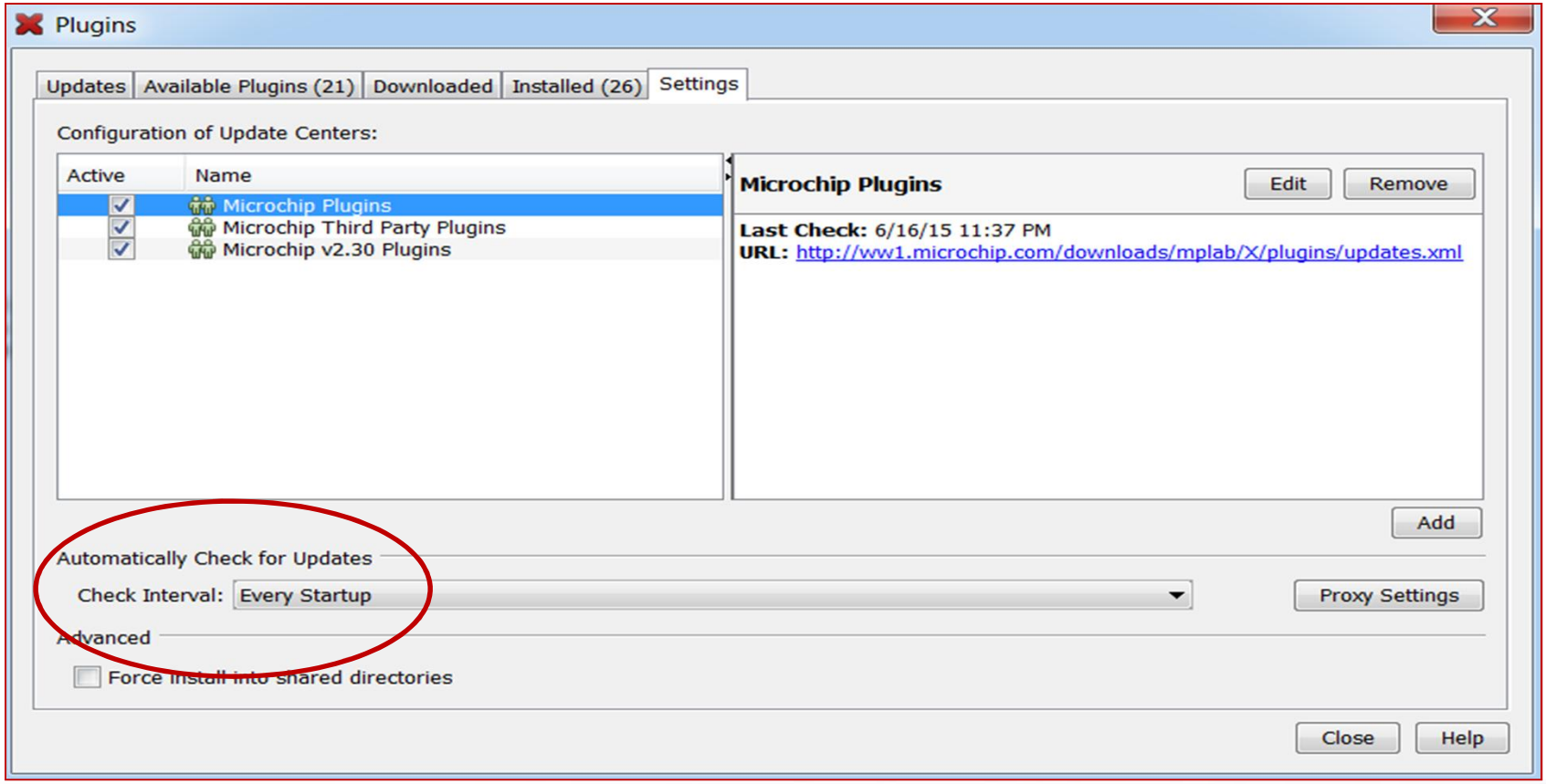


- Перезапустить IDE

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Установка MCC

- **Установленные плагины можно автоматически проверять, например, при каждом запуске**



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Обзор интерфейса MCC

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

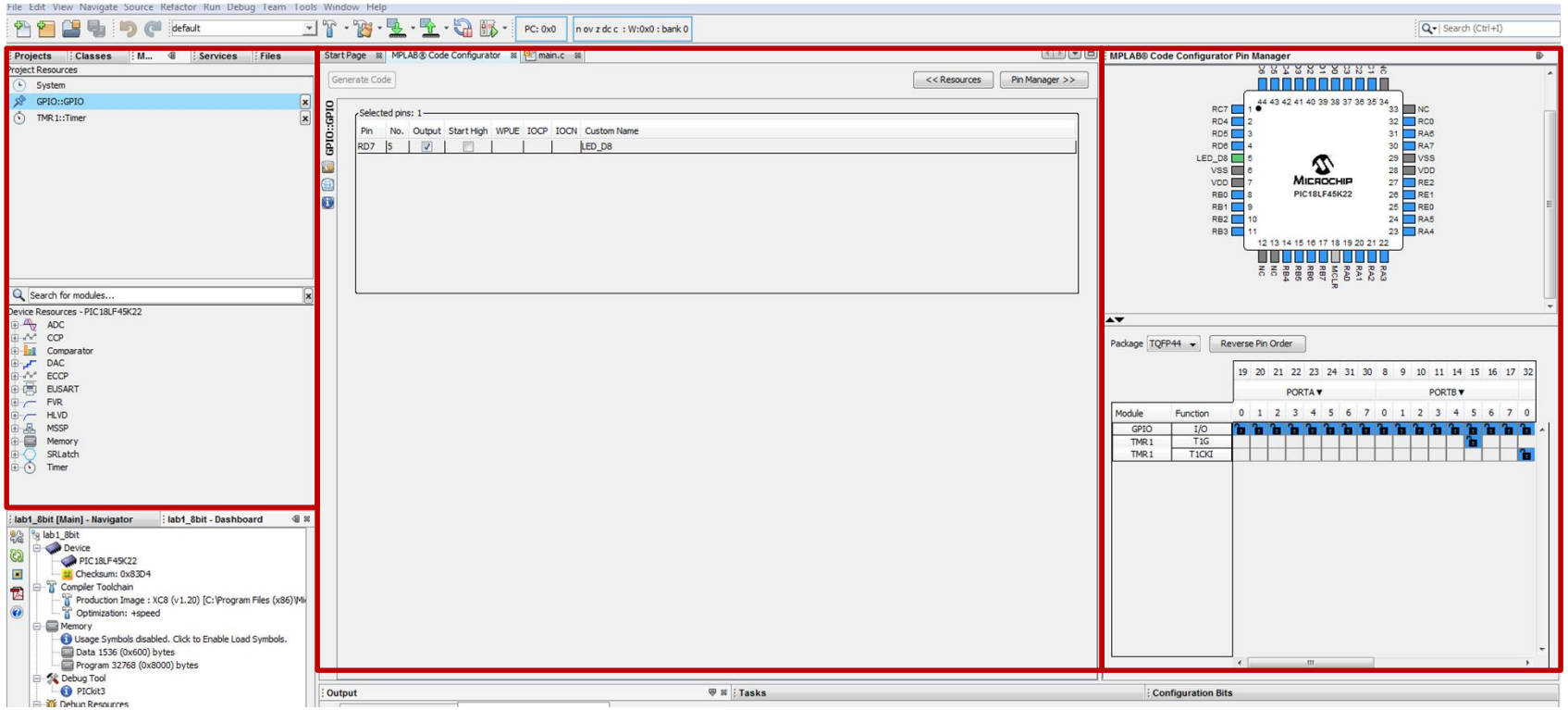
Обзор MCC

MCC имеет 3 основных областей

Resource Area

Composer Area

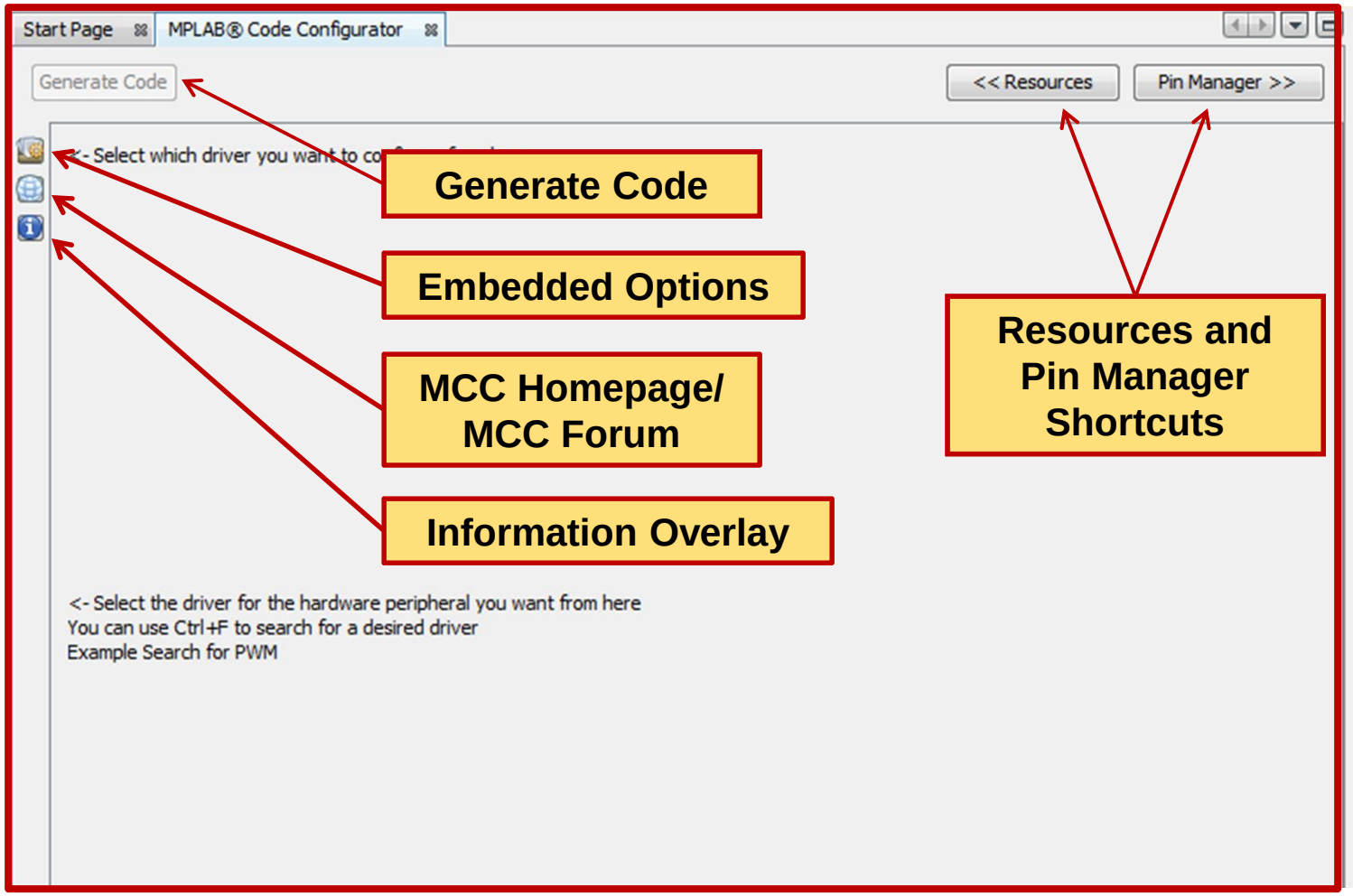
Pin Manager Area



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Обзор MCC

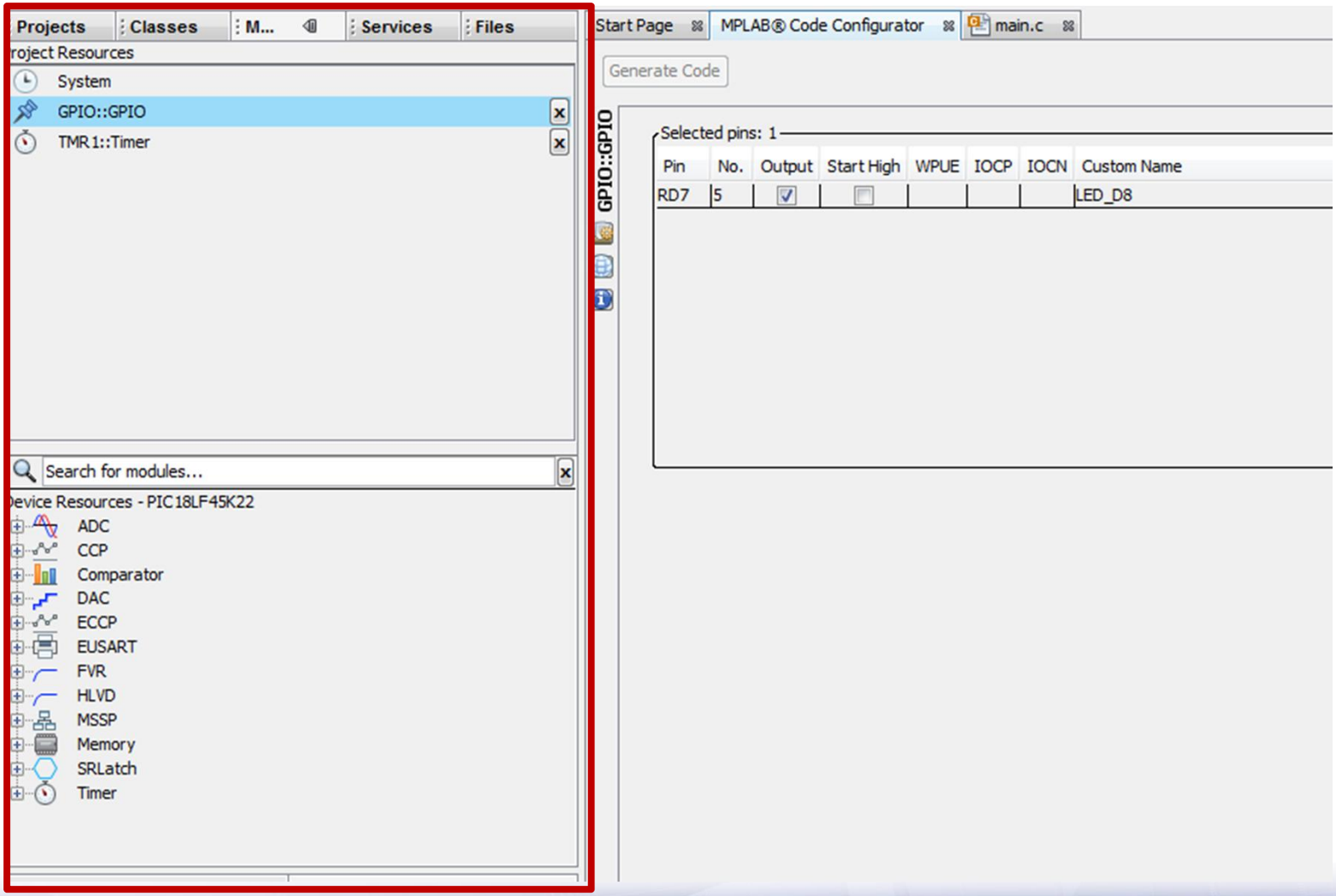
MCC Module Composer Area



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

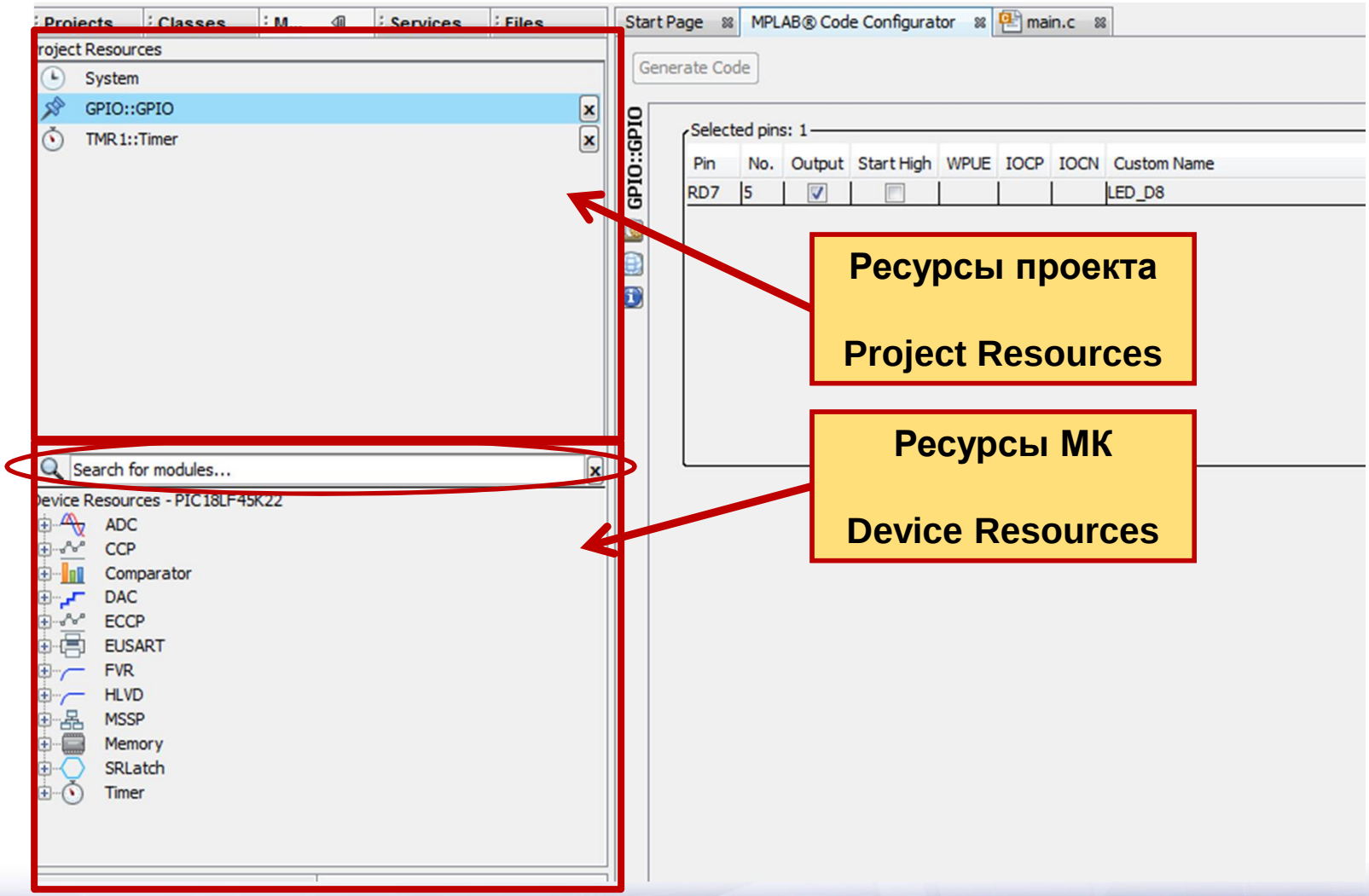
Обзор MCC

MCC Resource Area



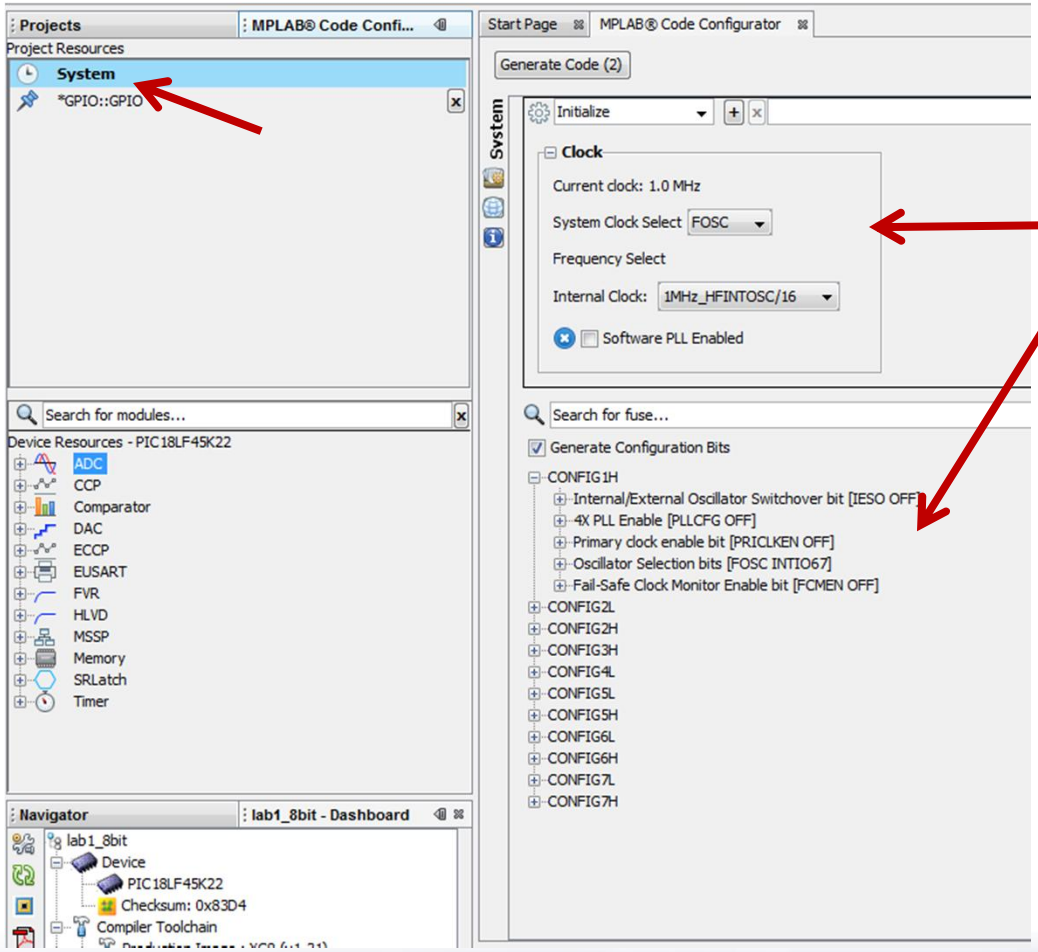
Обзор MCC

MCC Resource Area



Обзор MCC

System Module для 8 бит МК

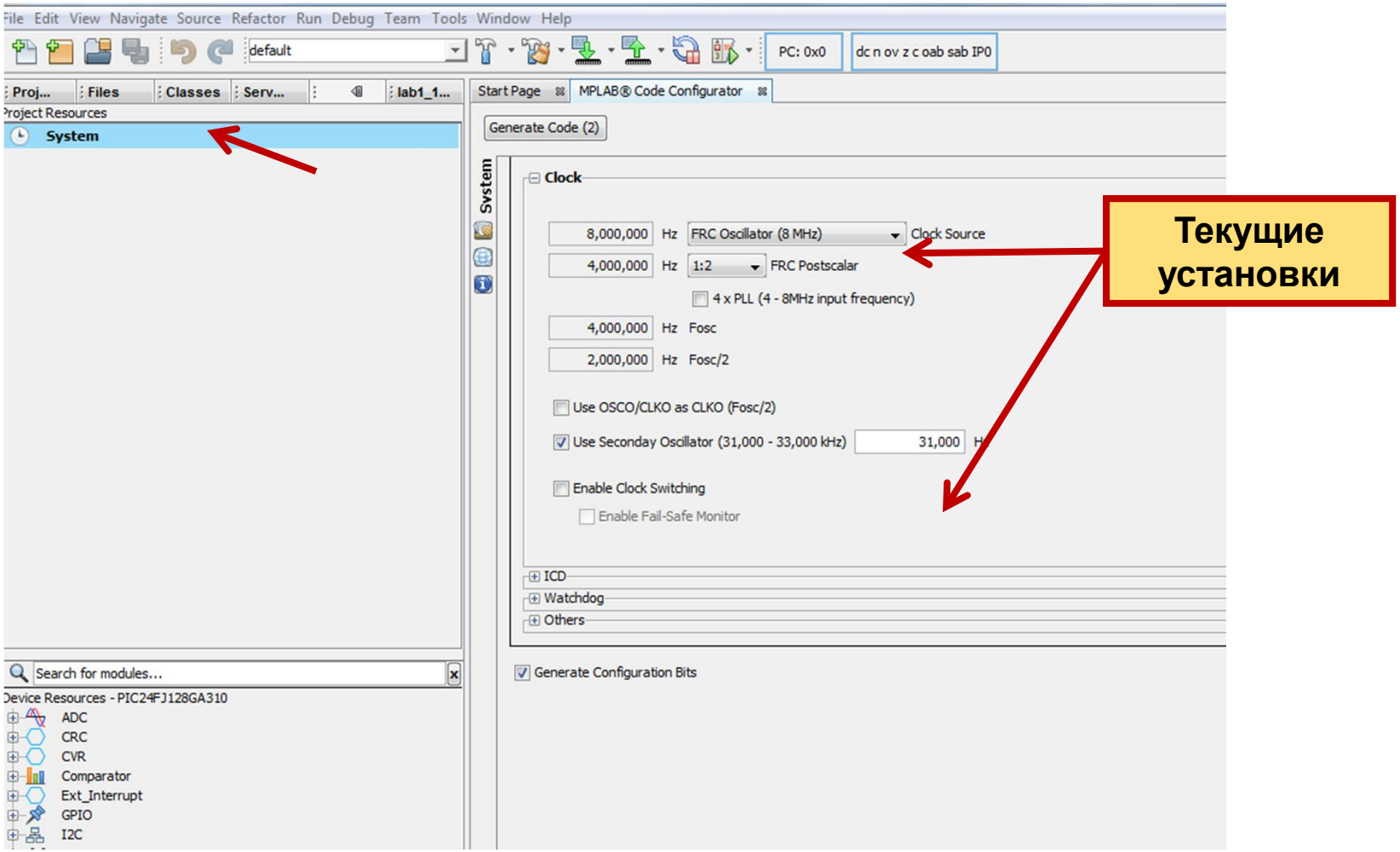


Текущие установки

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

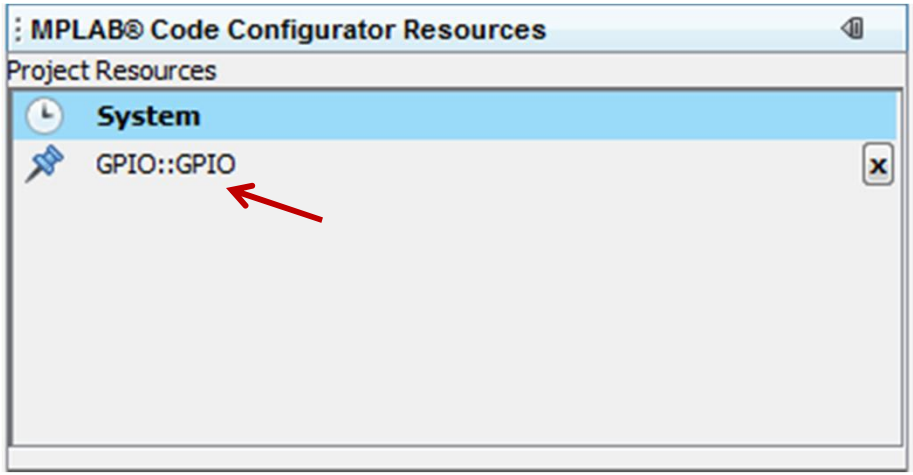
Обзор MCC

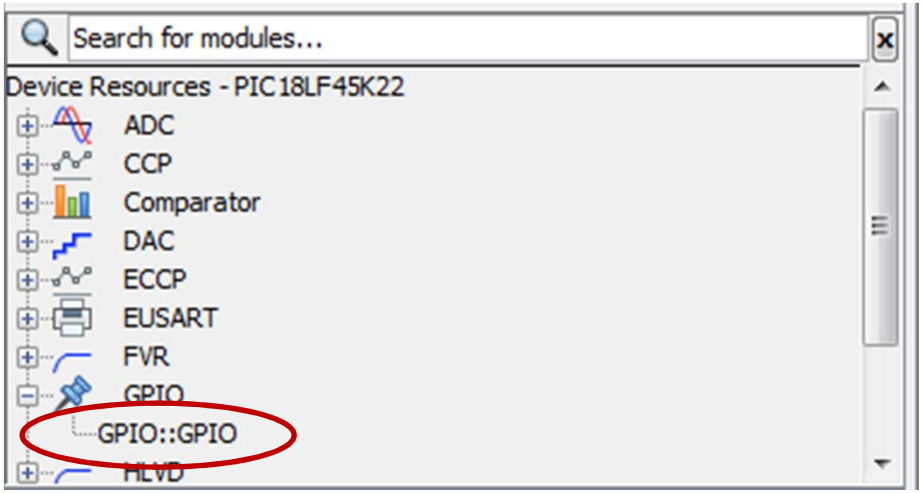
System module для 16 бит МК



Обзор MCC

- **Выбор модуля в Ресурсах Контроллера**
  - Переводит этот модуль в область Ресурсов проекта

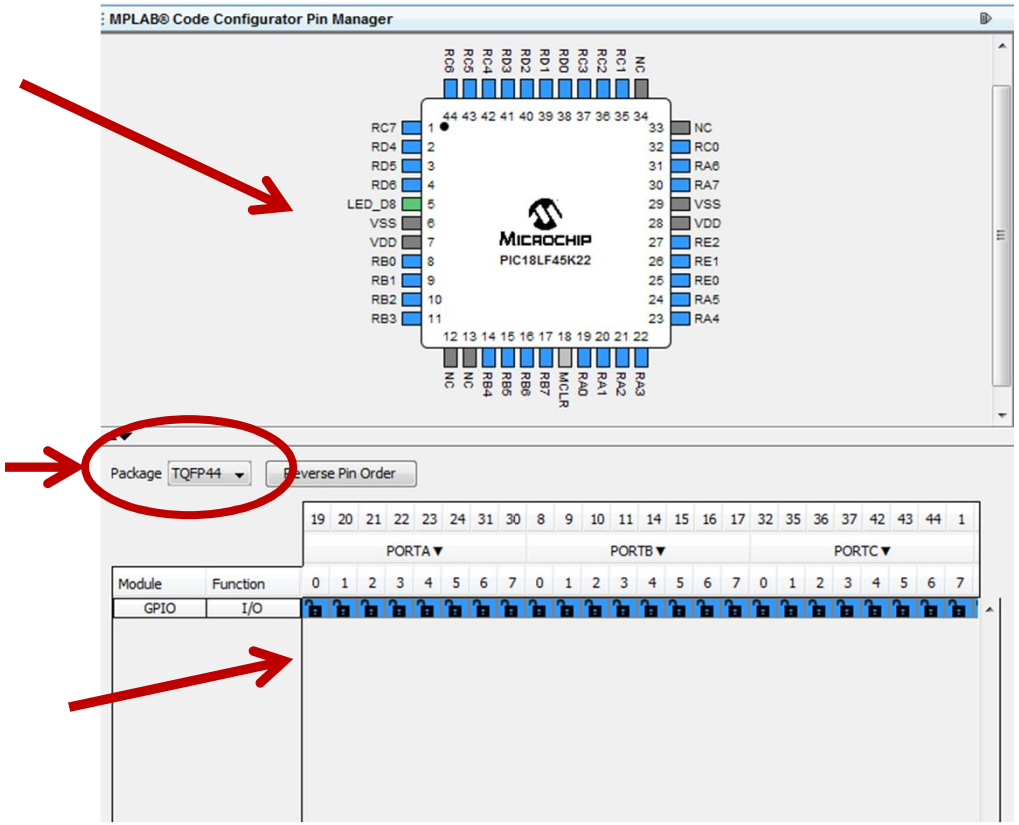




© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

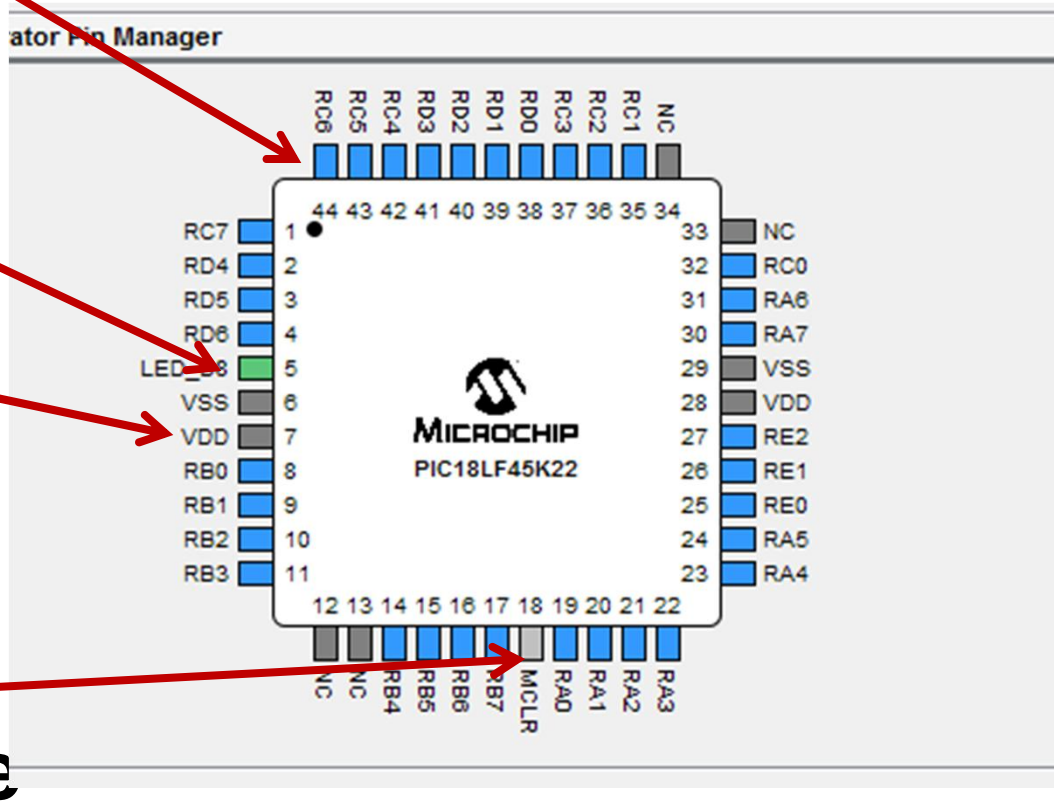
Обзор MCC

- Вид корпуса
- Корпус можно изменить
- Табличный вид



Обзор MCC

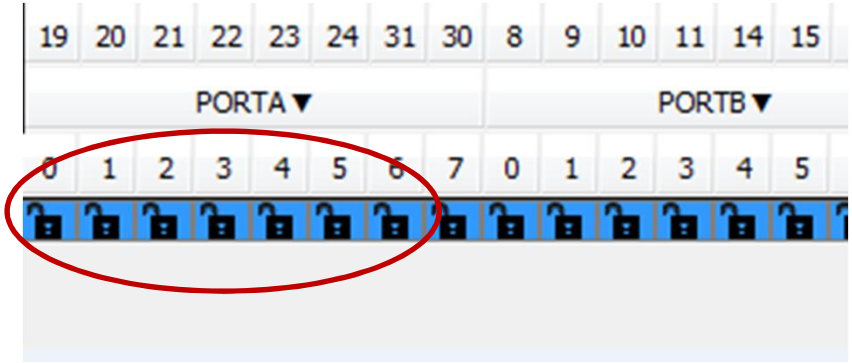
- Доступные выводы
- Используемые
- Неизменные (системные)
- Конфигурируемые системные



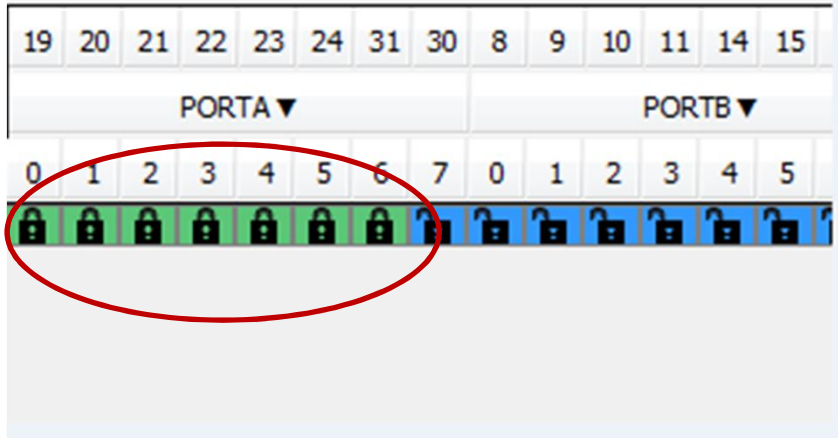
© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Обзор MCC

- **Клик на открытом замке фиксирует пин на выбранной периферии**



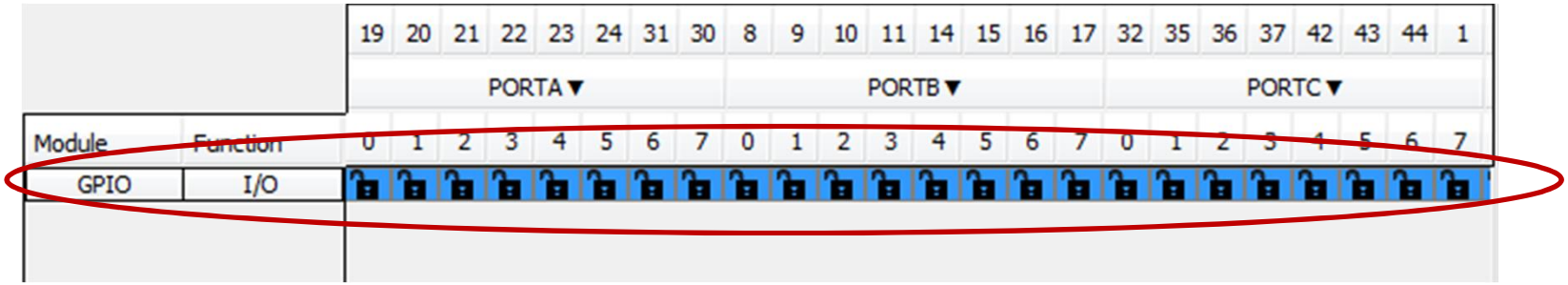
- **Зафиксированные выводы меняют цвет с синего на зеленый**



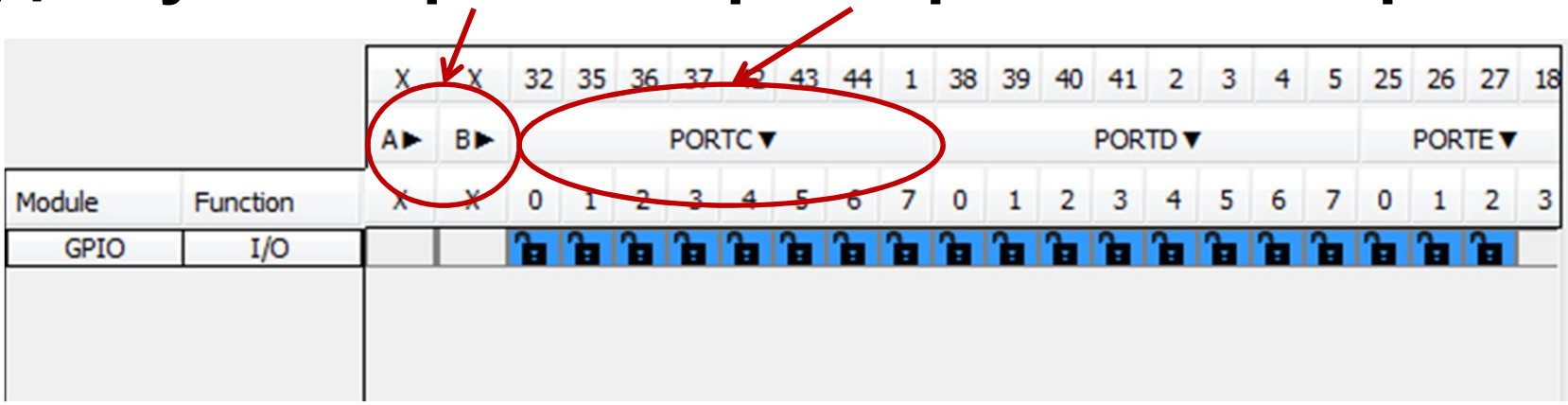
© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Обзор MCC

- **Показывает все выводы доступные для периферии**



- **Доступно скрытие и развертывание портов**

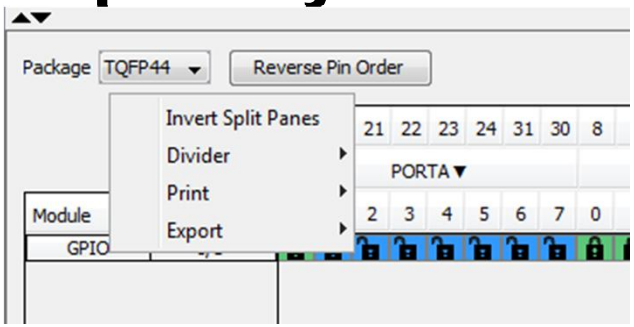


© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

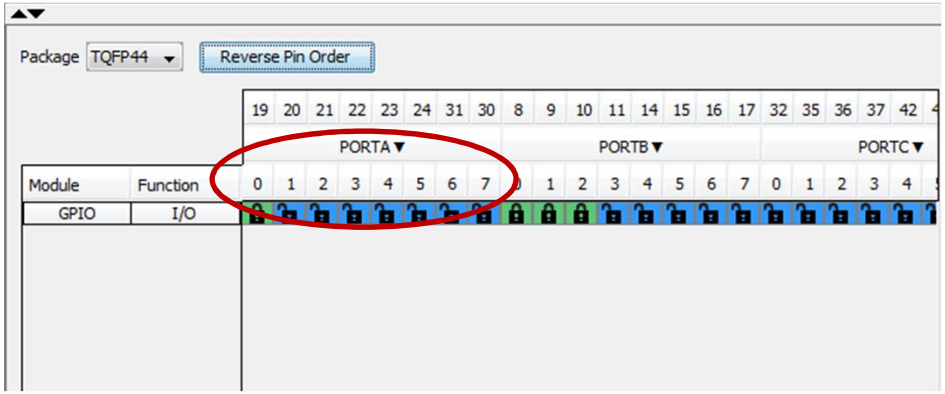
Обзор MCC

- **Правый клик позволяет напечатать/экспортировать картинку**

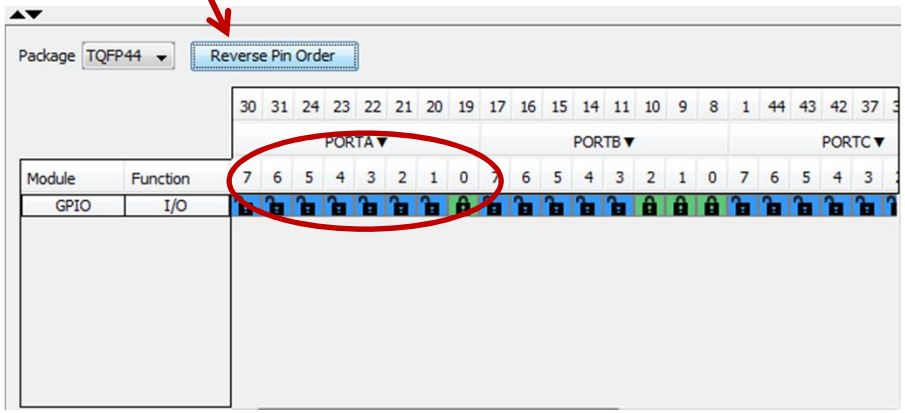
Right mouse click in the Pin Manager gives options to customize the look of your Pin Manager and Print/Export the contents



- **Изменение порядка**



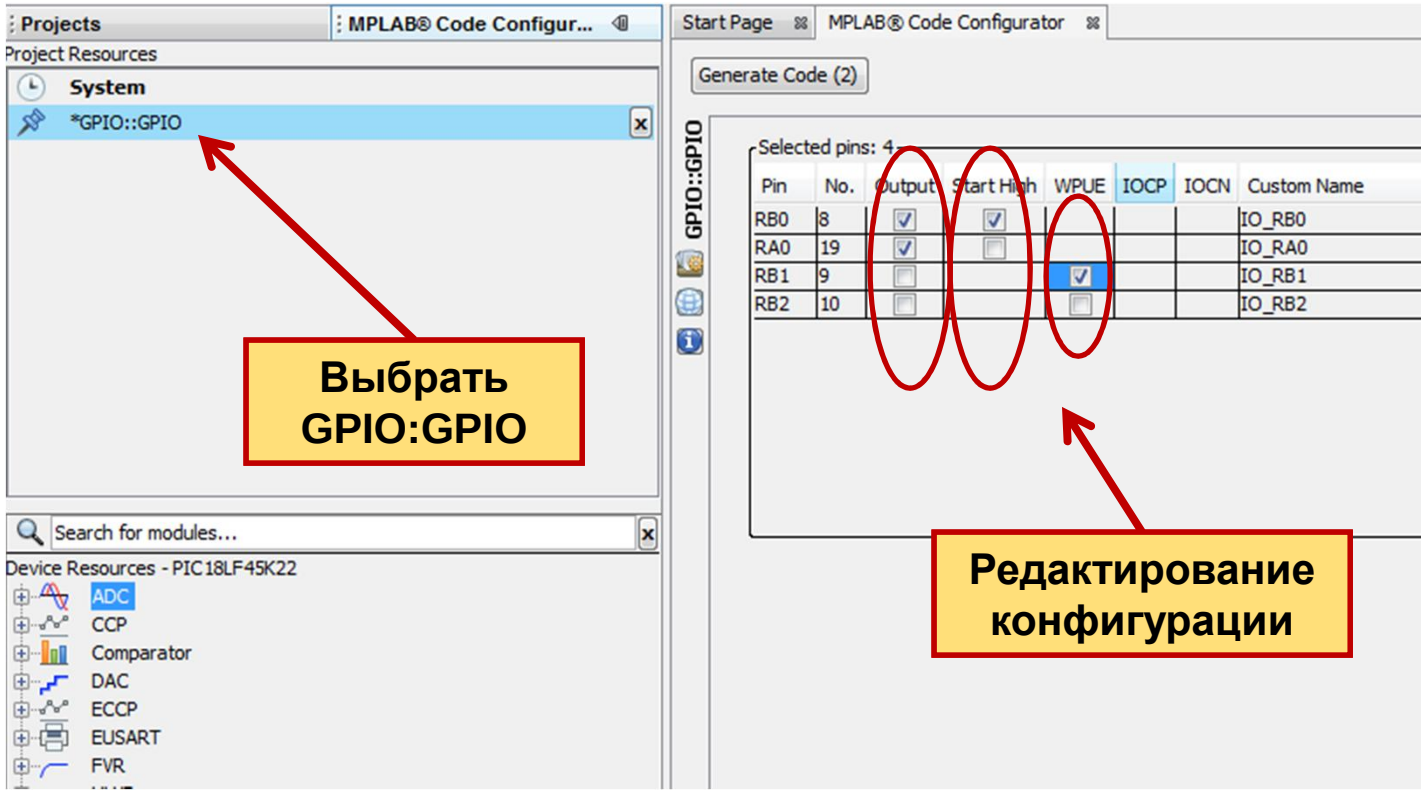
“Click”



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Обзор MCC

- **Выбор модуля, например GPIO, отображает конфигурирование модуля в окне редактора**



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Обзор MCC

- **Функции Вход, Выход, подтяжка могут выбираться индивидуально**

Selected pins: 5

Pin	No.	Output	Start High	WPUE	IOCP	IOCN	Custom Name
RD7	5	☐					LED_D8
RA2	21	☐					IO_RA2
RA4	23	☐					IO_RA4
RA7	30	☐					IO_RA7
RB1	9	☐		☐			IO_RB1

- **Или группой**

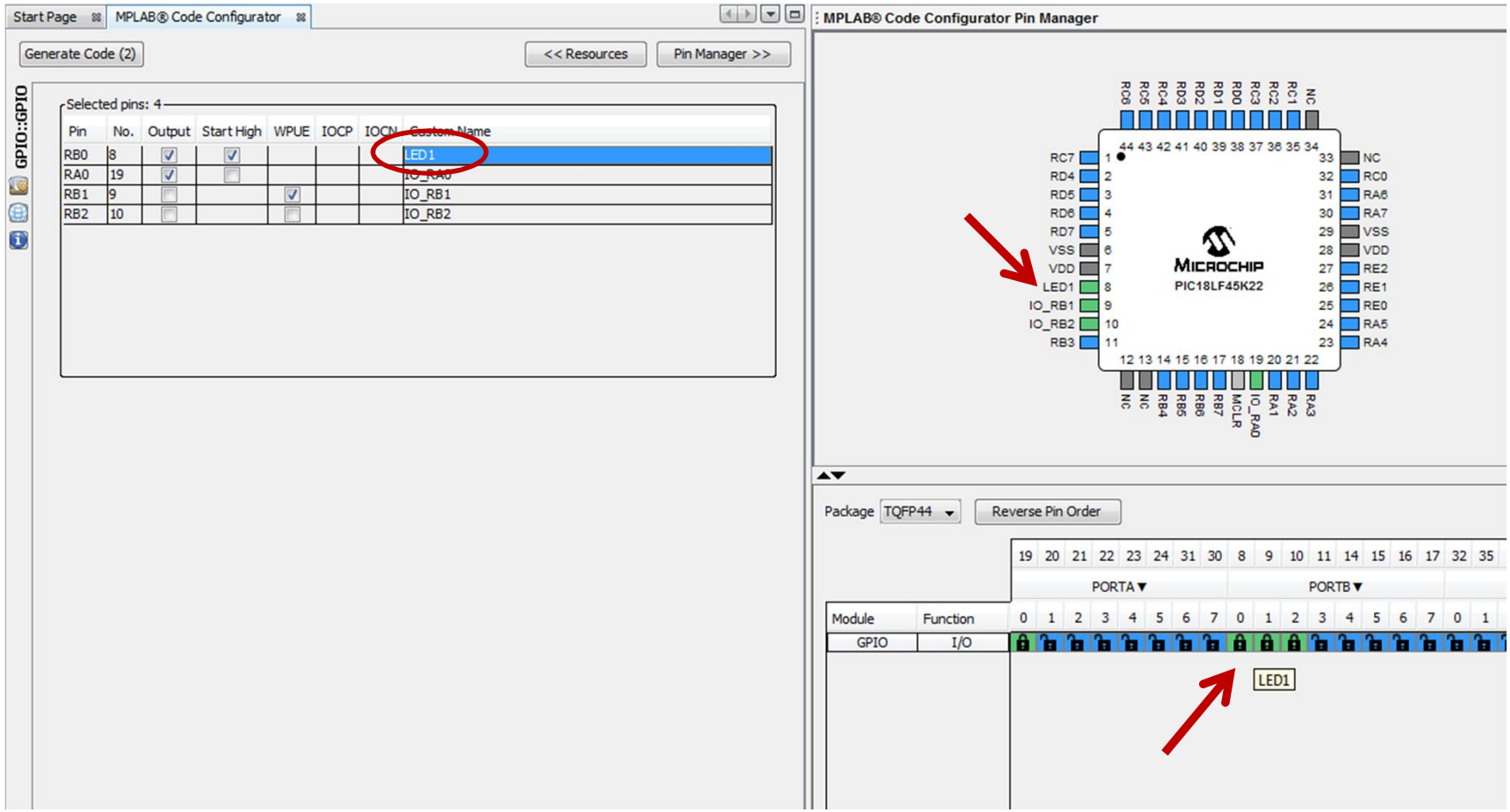
Selected pins: 5

Pin	No.	Output	Start High	WPUE	IOCP	IOCN	Custom Name
RD7	5	☐					LED_D8
RA2	21	☐					IO_RA2
RA4	23	☐					IO_RA4
RA7	30	☐					IO_RA7
RB1	9	☐		☐			IO_RB1

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Обзор MCC

- **Порты можно именовать**



План

- Часть 1: Обзор MCC – Что и Зачем?
- Часть 2: Изучение MCC
- **Часть 3: Знакомство с независимой от ядра периферией. Использование MCC**
  - Lab 1
  - Lab 2
  - Lab 3
- Итоги

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

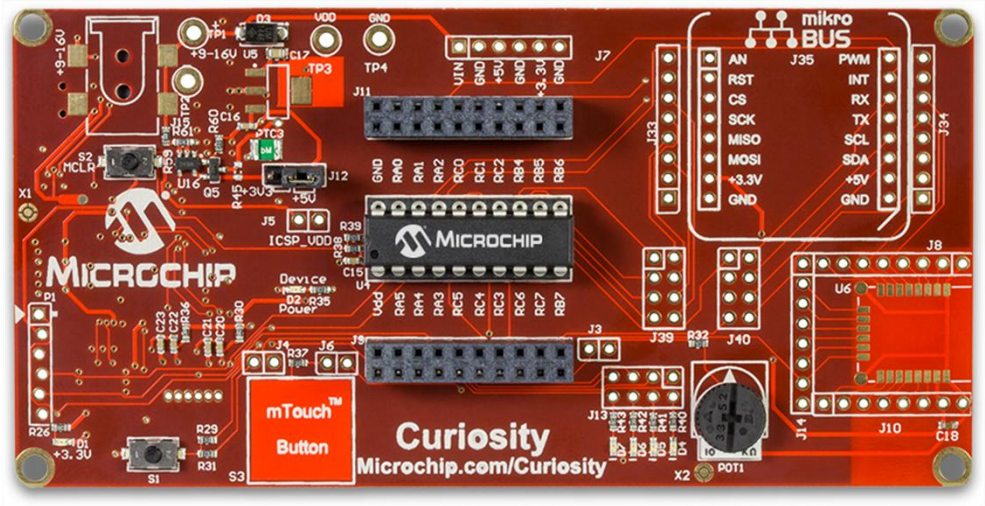
Использование MCC

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Будем использовать

На практических занятиях будем использовать

- **Curiosity**
  - Part Number: DM164137



- **PIC16F1619**

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Конфигурируемые Логические Ячейки

Configurable Logic Cell (CLC)

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

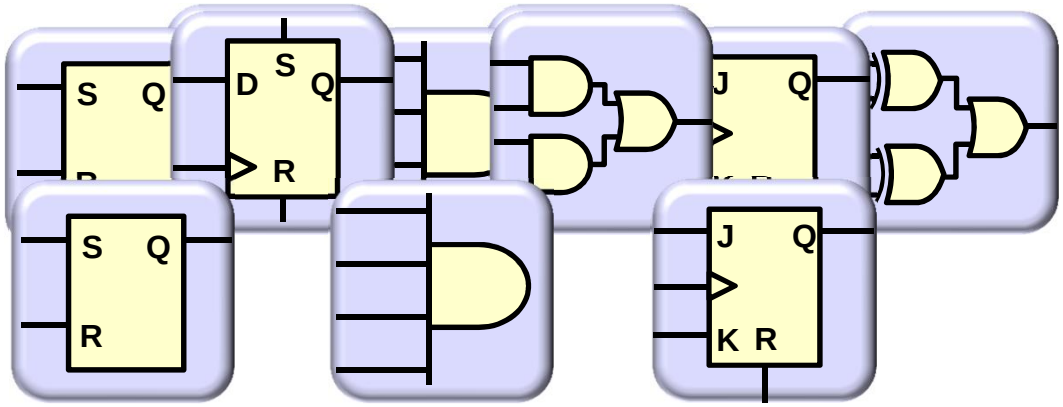
Lab 1: PIC16F1619

Мерцание светодиодом без участия ядра

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Обзор CLC

- **CLC это периферия с конфигурируемыми базовыми логическими элементами**
  - Комбинационная логика
  - Триггеры
  - Защелки



- **Гибкое соединение с внутренними и внешними сигналами**

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Достоинства CLC

- Взаимодействие одной периферии с другой или сигналами, которые расширяют возможности микроконтроллера
- Уменьшение числа компонентов и площади ПП
- Быстрая и асинхронная реакция
- Функционирование не зависит от ядра
- Работают в SLEEP

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Возможности CLC

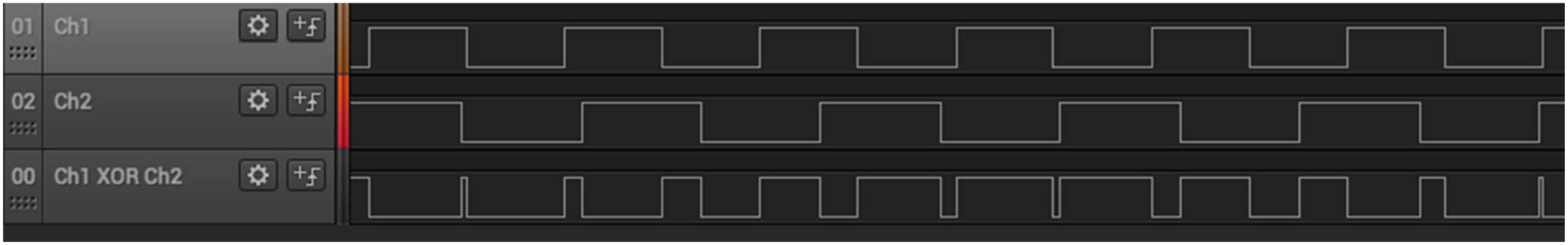
- **Логический блок с 4 входами, 1 выходом**
- **Каждый блок может быть:**
  - AND-OR
  - OR-XOR
  - AND
  - S-R Latch
  - D-Flipflop
  - OR into D-Flipflop
  - J-K Flipflop
  - D-Latch
- **Входы назначаются почти от любой периферии и портов В/В**
- **Выходы назначаются на входы управления периферией или большинство выводов МК.**

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Lab 1 Теория

- Как периодически менять яркость светодиода без участия ядра?

- Два ШИМ с чуть разной частотой подаем на логический элемент XOR.
- Результат = длительность импульсов модулирована разностной частотой



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Lab 1 Что делаем

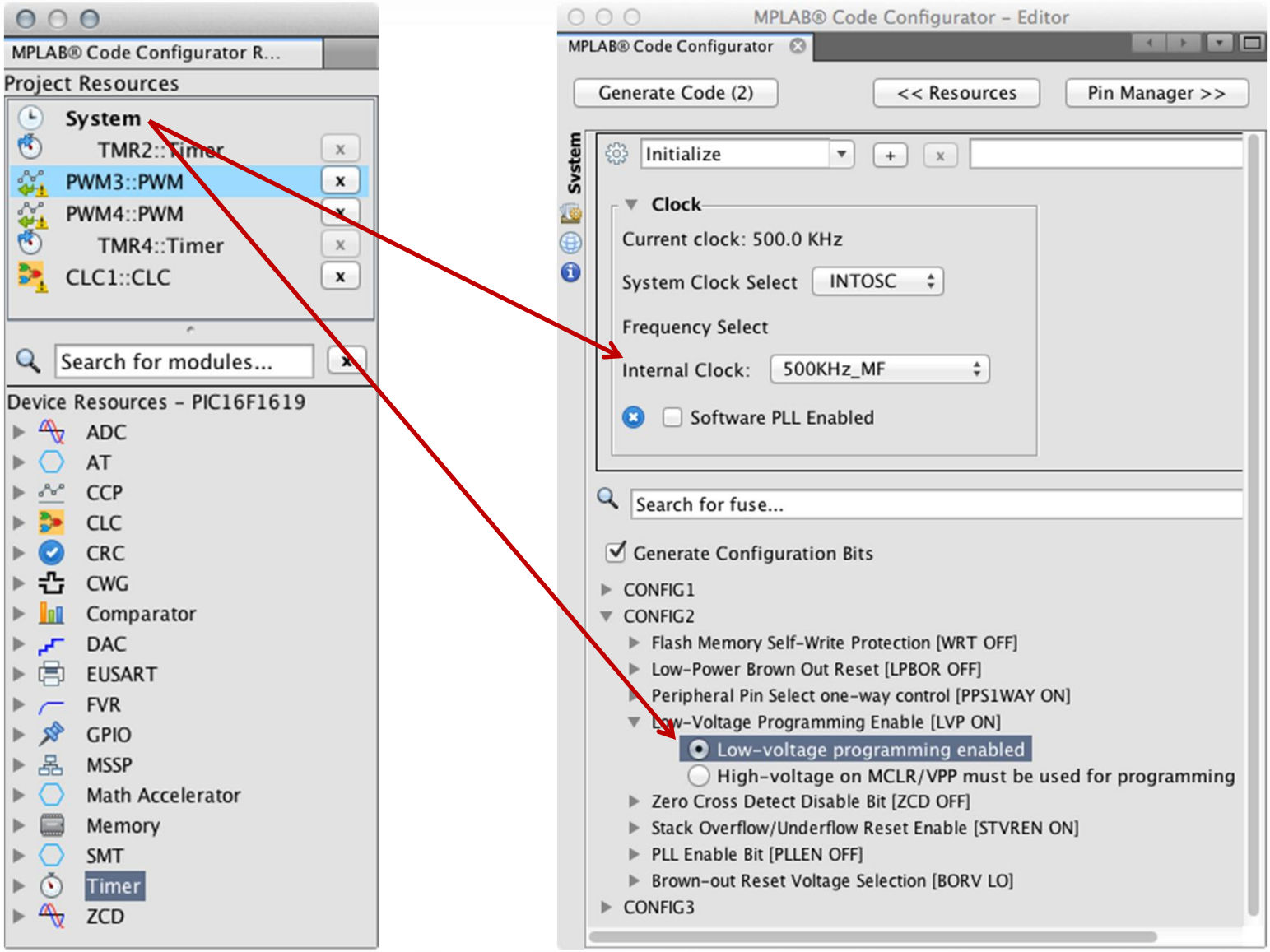
- Создадим проект в MPLAB® X IDE
- Устанавливаем MCC Plugin
- Задаем конфигурацию, генератор, Таймера, ШИМ, CLC
- Генерируем код

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Приступаем к Lab 1

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Lab 1



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

MICROCHIP
MASTERs 2015

Lab 1

MPLAB® Code Configurator R...

Project Resources

- System
  - TMR2::Timer
- PWM3::PWM
- PWM4::PWM
- TMR4::Timer
- CLC1::CLC

Search for modules...

Device Resources – PIC16F1619

- ADC
- AT
- CCP
- CLC
- CRC
- CWG
- Comparator
- DAC
- EUSART
- FVR
- GPIO
- MSSP
- Math Accelerator
- Memory
- SMT
- Timer
- ZCD

MPLAB® Code Configurator – Editor

MPLAB® Code Configurator

Generate Code (2) | << Resources | Pin Manager >>

TMR4 is used in: PWM4

Initialize

Enable Timer

Timer Clock

Clock Source: MFINTOSC 31.25khz

Postscaler: 1:1

Prescaler: 1:1

Polarity: Rising Edge

Enable Prescalar O/P Sync

Enable Clock Sync

Timer Period

Period Value: 0x00 ≤ 0xFF ≤ 0xFF

Timer Period: 32.0 us ≤ 8.192 ms ≤ 8.192 ms

Ext Reset Source: T4

Control Mode: Roll over pulse

Start/Reset Option: Software control

Enable Timer Interrupt

Callback Function Rate: 1 x Timer Period =

Clock Source: MFINTOSC 31.25khz

Postscaler: 1:1

Prescaler: 1:1

Polarity: Rising Edge

Enable Prescalar O/P Sync

Enable Clock Sync

Period Value: 0x00 ≤ 0xFE ≤ 0xFF

Timer Period: 32.0 us ≤ 8.16 ms ≤ 8.192 ms

Ext Reset Source: T2

Control Mode: Roll over pulse

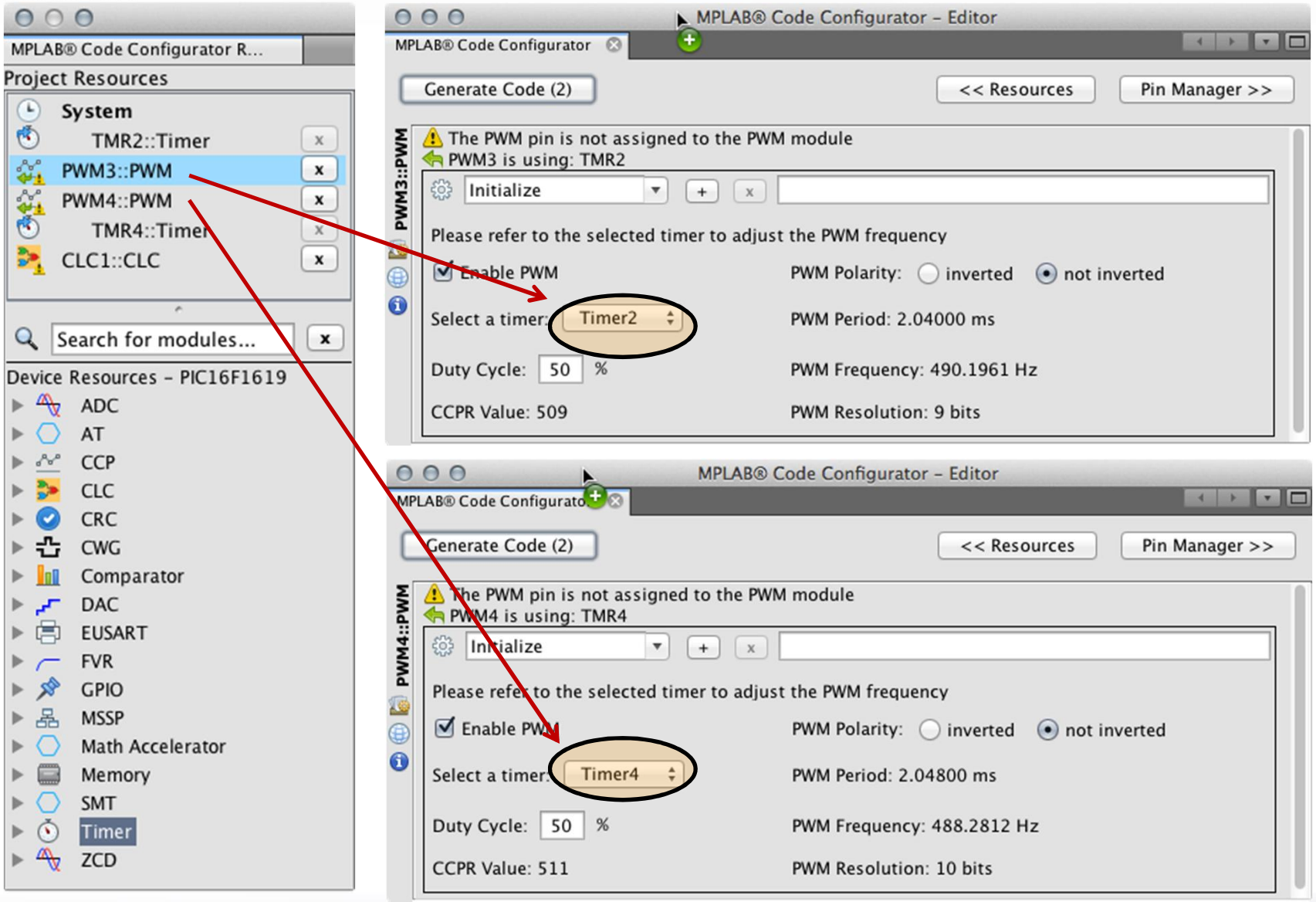
Start/Reset Option: Software control

Enable Timer Interrupt

Callback Function Rate: 1 x Timer Period =

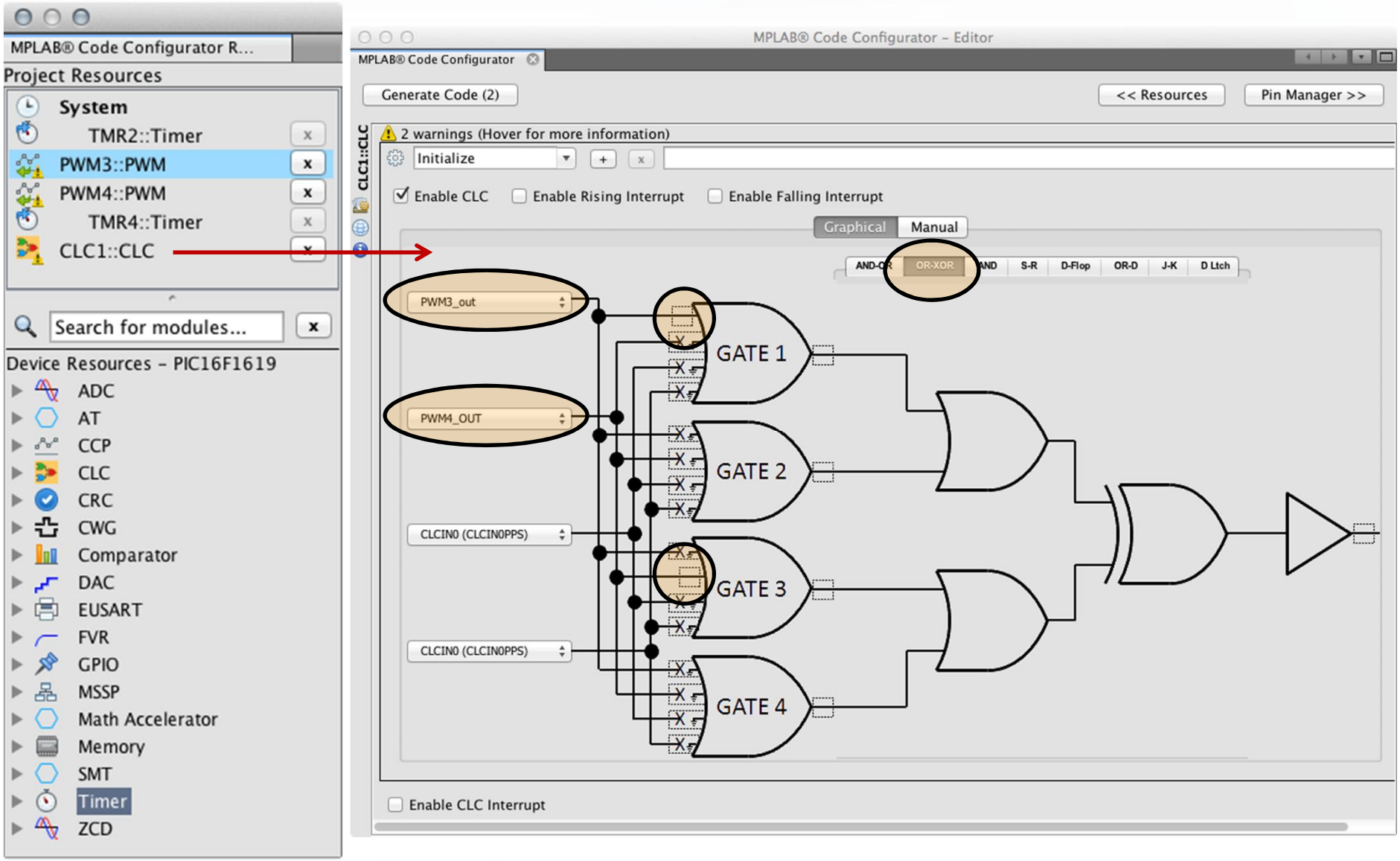
© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Lab 1

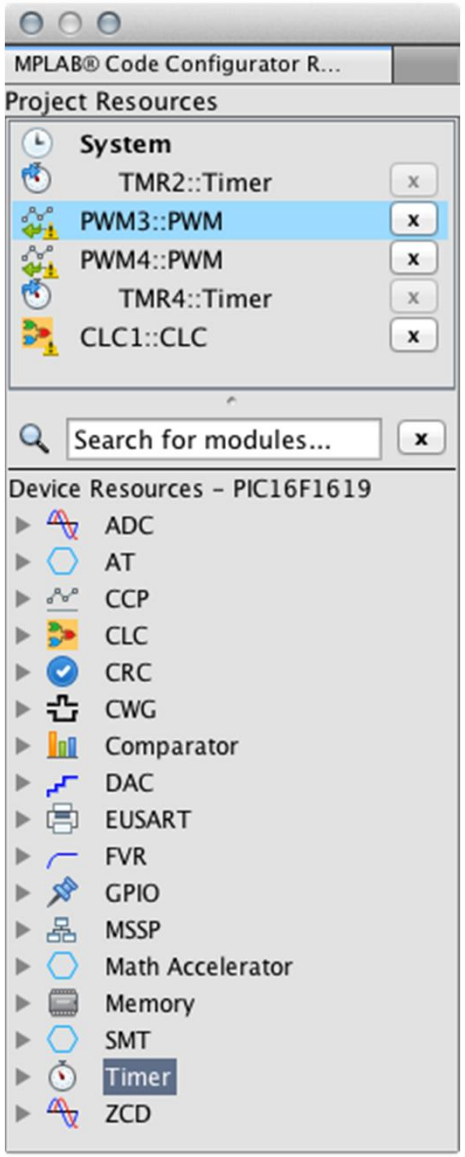


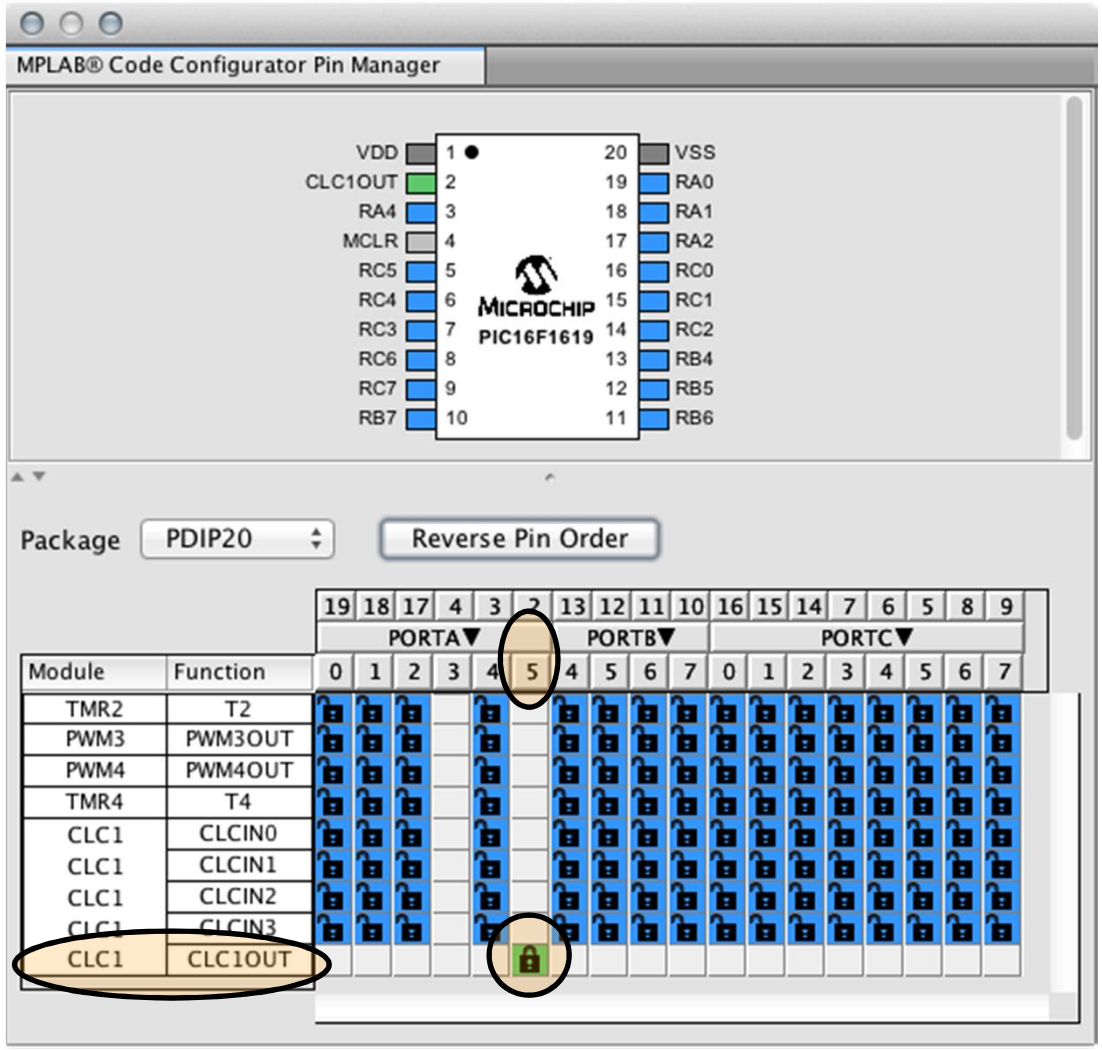
© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Lab 1


MPLAB® Code Configurator R...
Project Resources
System
TMR2::Timer
PWM3::PWM
PWM4::PWM
TMR4::Timer
CLC1::CLC
Search for modules...
Device Resources – PIC16F1619
ADC
AT
CCP
CLC
CRC
CWG
Comparator
DAC
EUSART
FVR
GPIO
MSSP
Math Accelerator
Memory
SMT
Timer
ZCD
MPLAB® Code Configurator – Editor
MPLAB® Code Configurator
Generate Code (2)
<< Resources
Pin Manager >>
2 warnings (Hover for more information)
Initialize
Enable CLC
Enable Rising Interrupt
Enable Falling Interrupt
Graphical
Manual
AND-OR
OR-XOR
AND
S-R
D-Flop
OR-D
J-K
D Ltch
PWM3_out
PWM4_OUT
CLCIN0 (CLCIN0PPS)
CLCIN0 (CLCIN0PPS)
GATE 1
GATE 2
GATE 3
GATE 4
Enable CLC Interrupt

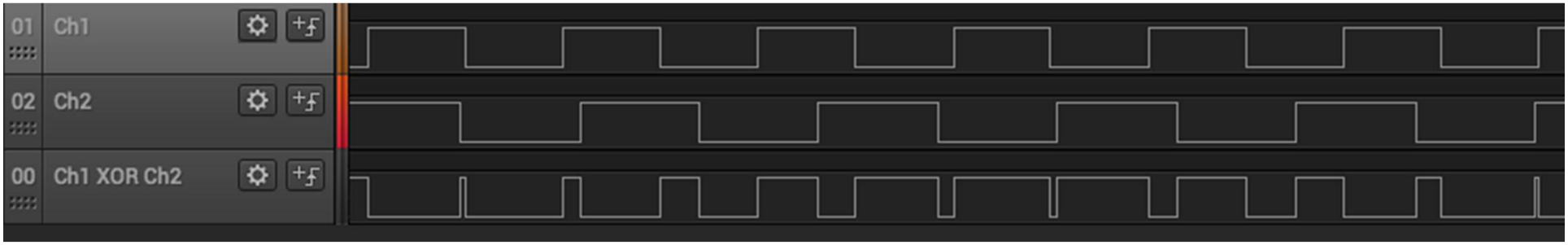
Lab 1





© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Lab 1. Итоги



- **Мы изучили**
  - как использовать MCC
  - как конфигурировать CLC, ШИМ, таймера

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Lab 2:

CRC, SMT, WWDT

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Cyclical Redundancy Check & Scan

Cyclical Redundancy Check /Scan (CRC/SCAN)

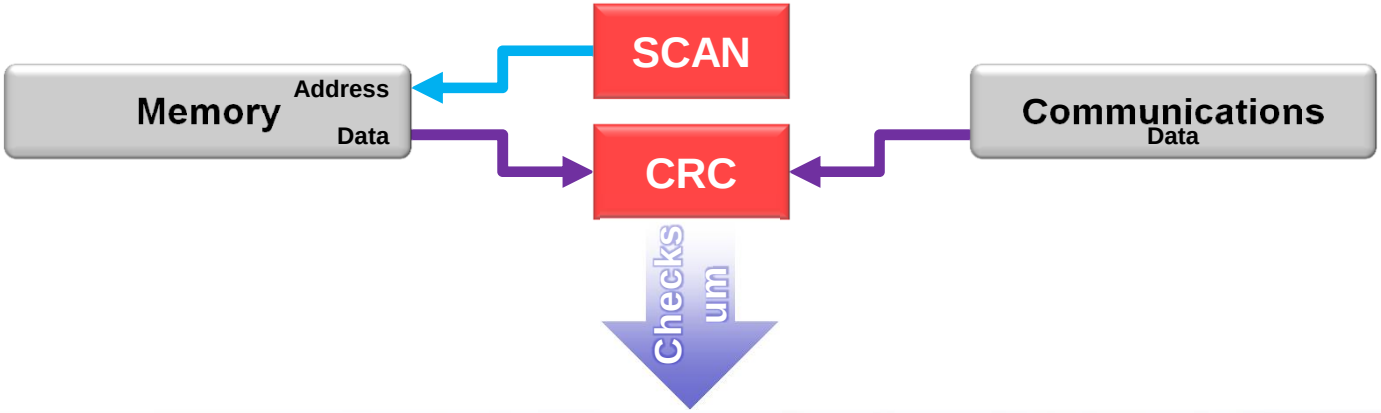
- Вычисление от 2-bit до 16-bit CRC
  - Использование для работы с данными и памятью
- Автоматизирование сканирование и вычисление CRC в фоновом режиме
  - Памяти программ
  - Энергонезависимой памяти DataEE
- Вычисление CRC принимаемых и передаваемых данных
- Конфигурируемый полином (поддержка всех стандартных реализаций CRC)
- Все операции сканирования управляются программно

Достоинства

- Простая реализация стандартов безопасности (Class B, UL, и пр.)
- Вычисления не тормозят ядро (периферия независимая от Ядра)
- Работает в SLEEP

Примеры применения

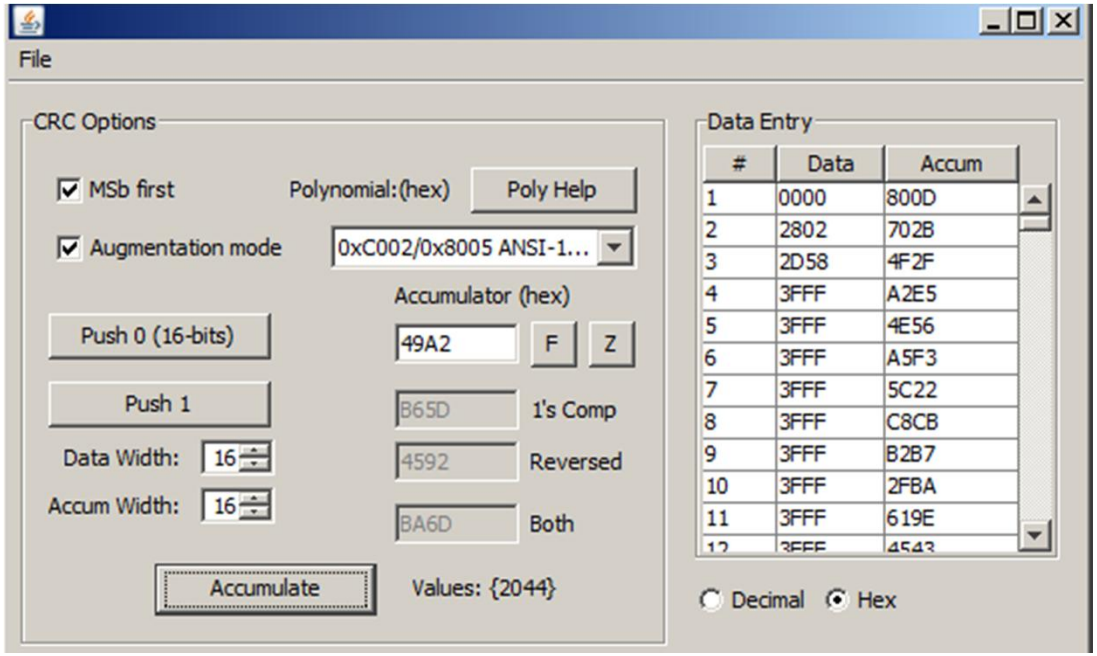
- Стиральные машины
- Микроволновки
- Сушильное оборудование
- Устройства связи и коммуникаций



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

CRC Calculator

- **Отдельный калькулятор для подсчета CRC кода и данных**



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Signal Measurement Timer

24-bit измерение любых цифровых данных

24-bit Signal Measurement Timer (SMT)

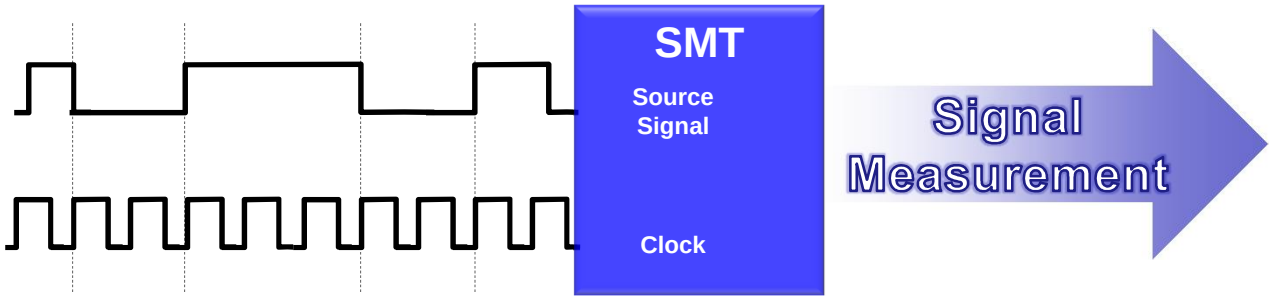
- Точное измерение любых цифровых сигналов
  - Период, длительность импульса, частота, скважность, и др.
- Высокое разрешение 24-bit
- Позволяет относительные измерения
- Различные прерывания
  - Совпадение периода, измерение периода, длительность импульса
  - (2) Data Capture interrupts
- Различные входные источники
- Может использоваться как 24-bit таймер общего применения
- Применимы для декодирования протоколов передачи данных

Достоинства

- Уменьшение размера кода
- Быстрый отклик на входные сигналы
- Функционирование независимо от ядра
- Работа в SLEEP

Примеры применения

- Точное управление скоростью
- Измерение скорости вращения, датчики
- Определение расстояния
- Декодирование протоколов



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Windowed Watch Dog Timer

Оконный сторожевой таймер

Windowed Watch Dog Timer (WWDT)

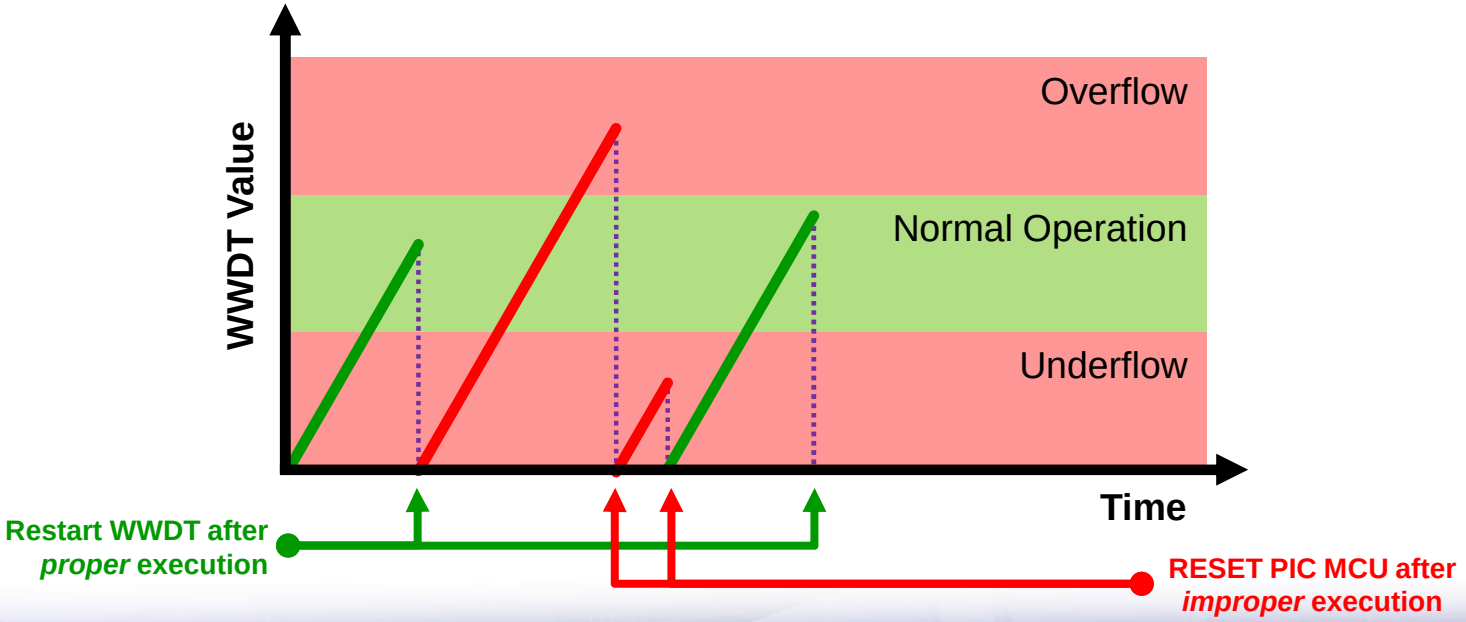
- Детектирует временные аномалии в коде с помощью конфигурируемого окна
- Поддержка функций обычного сторожевого таймера
- Сбрасывает микроконтроллер если:
  - Если WWDT переполнился (функция стандартного WDT)
  - Если WWDT сброшен раньше времени

Достоинства

- Контроль критических функций
- Упрощает реализацию стандартов безопасности (Class B, UL, и др.)
- Не зависит от ядра
- Работа в SLEEP

Примеры применения

- Стиральные машины
- Печки / микроволновки
- Силовой инструмент



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Lab 2

- **Запуск проекта с программным сканированием памяти в PIC16F1619 (библиотека Class B)**
- **Генерирование кода:**
  - Аппаратное CRC
  - Для SMT (сравнение времени выполнение программного и аппаратного CRC с помощью SMT)
  - Конфигурирование WWDT

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Выполнение Lab 2

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Lab 2: Итоги

- **Мы изучили как конфигурировать CRC, SMT, WWDT и использовать их в своем коде**

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Lab 3:

Math Accelerator

в цифровой фильтрации КИХ фильтр

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Math Accelerator

Hardware Accelerated Math Functions

Math Accelerator (MathACC)

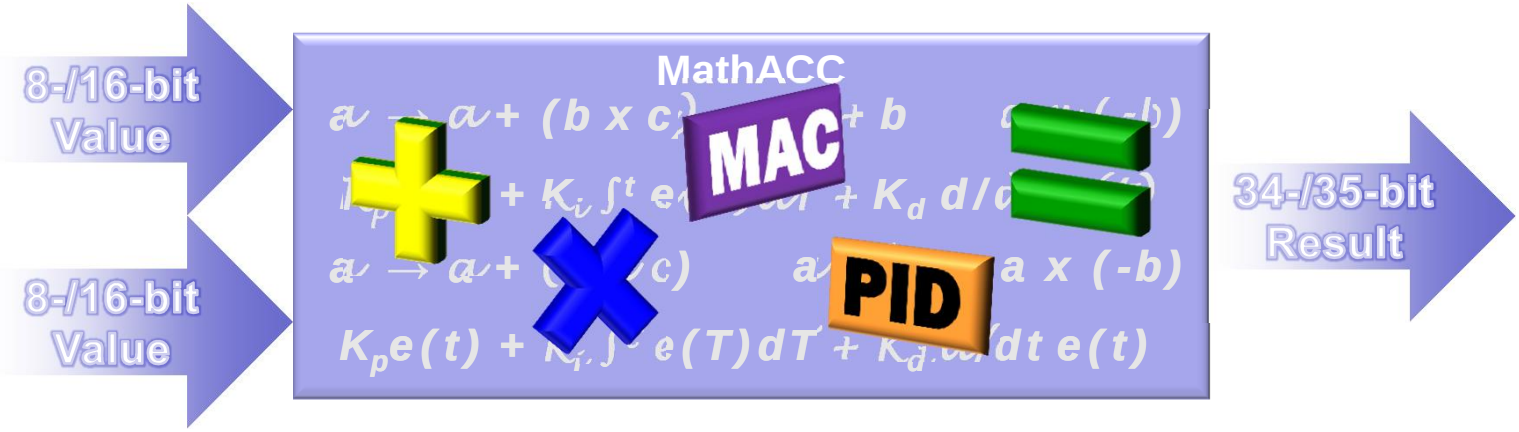
- MATH & PID функции
- Функции MULTIPLY, ADD, ACCUMULATE
  - 8-bit/16-bit значения с 35-bit результатом
- Четыре режима
  - Multiply and Accumulate (MAC)
  - Add and Multiply
  - Simple Multiplier
    - Знаковое и Без знаковое умножение
  - Программируемый PID Контроллер
    - 16-bit PID функции на основе конфигурируемых коэффициентов Kp, Ki, Kd с 34-bit результатом

Достоинства

- Ускорение вычислений
- Уменьшение размера кода
- Ускорение PID управления
- Периферия Независимая от Ядра

Примеры применения

- Управление двигателями
- Цифровая фильтрация
- Управление температурой и др.



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Math Accelerator (MathACC)

16-bit math in an 8-bit machine

Обзор

Два основных режима:

- ACC += (A + B) * C
  - **Без знаковое сложение/умножение без накопления**
  - **Знаковое сложение/умножение без накопления**
  - **Без знаковое сложение/умножение с накоплением**
  - **Знаковое сложение/умножение с накопления**

- Вычисление PID
  - **PID = Kp + Ki/s + Kd*s**

- **Управление режимами через PIDxCONbits.MODE**

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Add/Multiply Modes

Быстродействие:

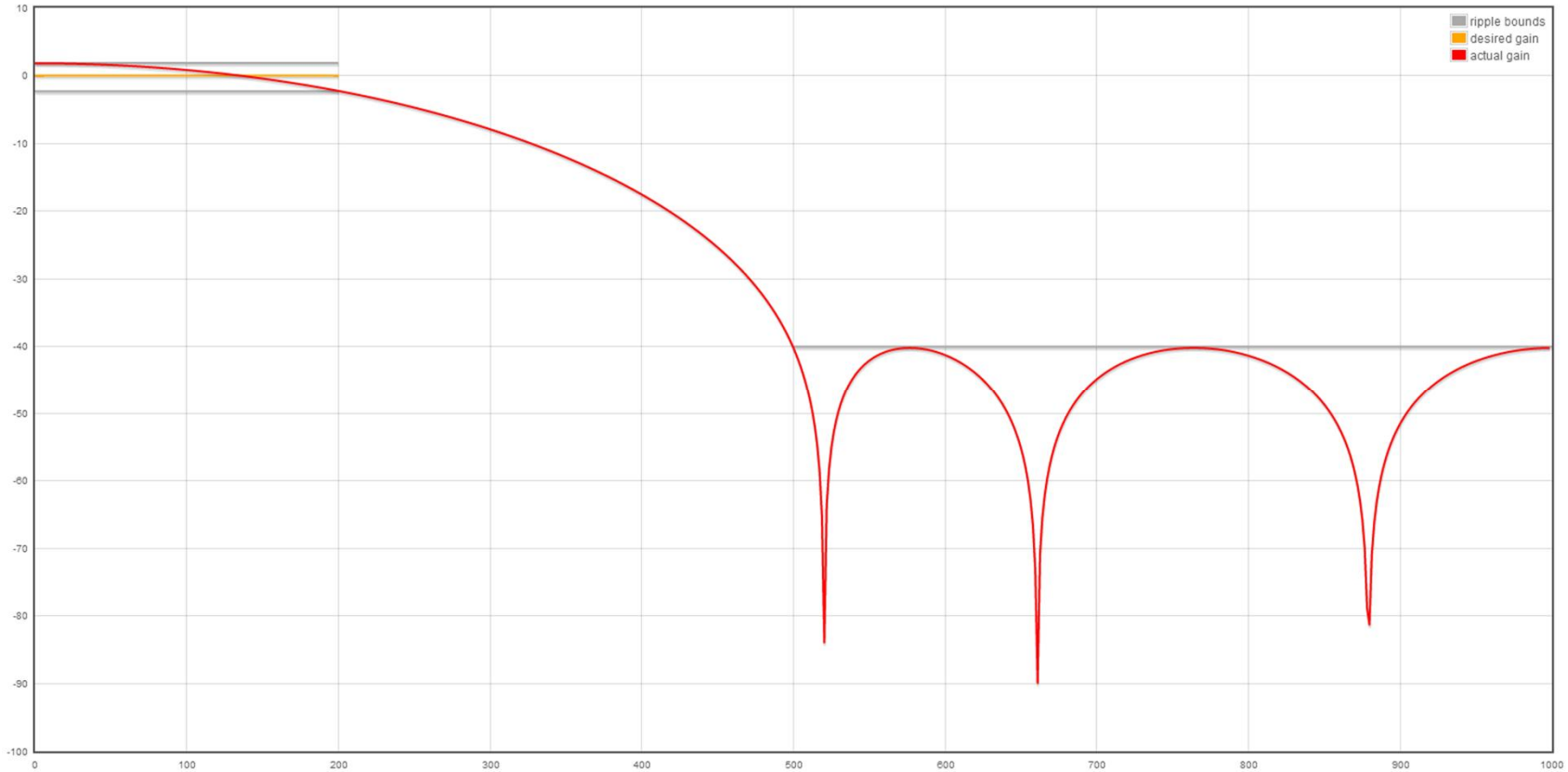
- **Количество циклов при 16-и битном умножении:**

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Цифровая фильтрация

Finite Impulse Response (FIR) Filter:

- **Частотная характеристика**

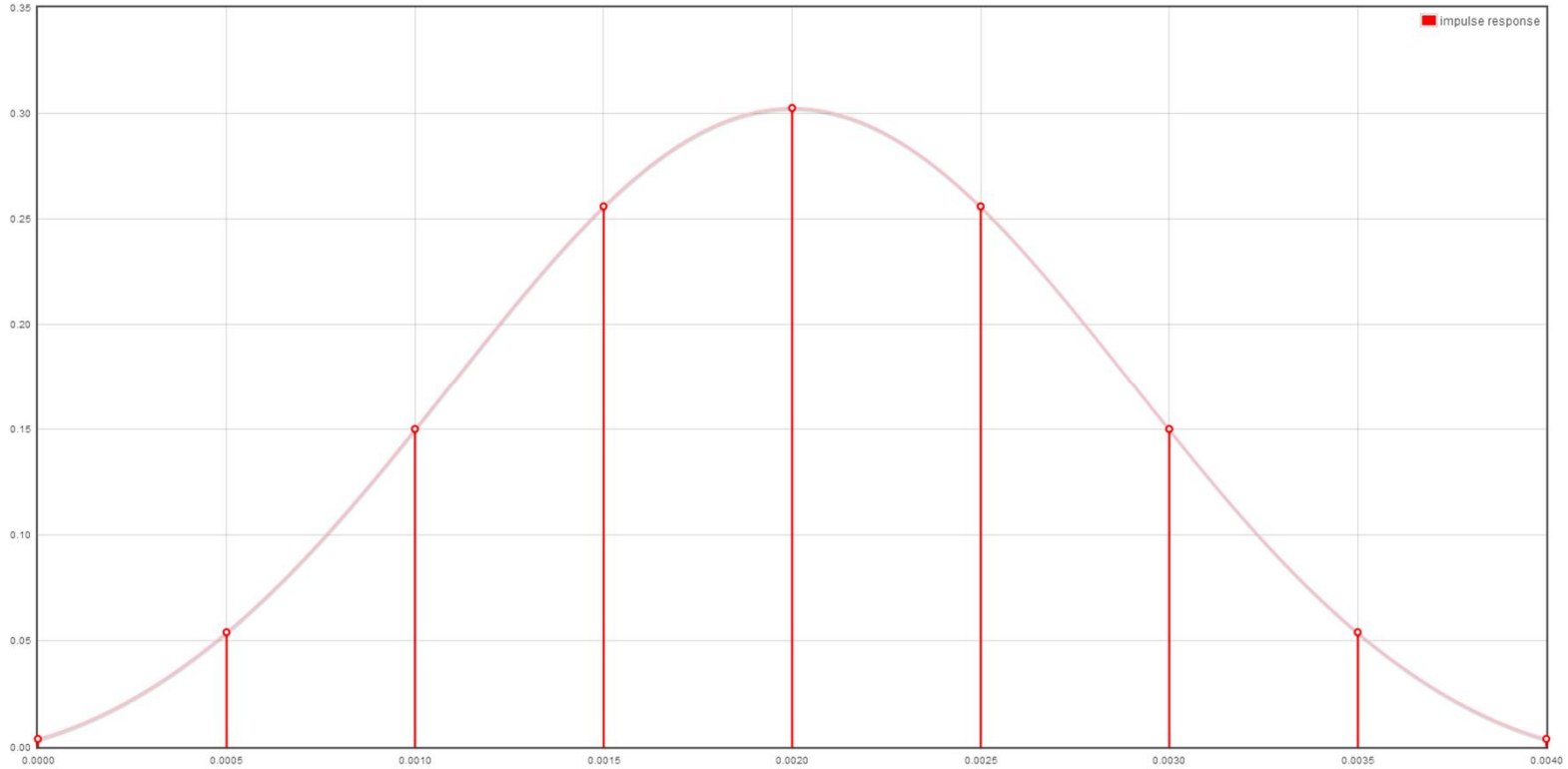


© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Digital Filter Applications

FIR Filter: **Импульсная характеристика**

$$y[n] = b_0*x[n] + b_1*x[n-1] + \ldots + b_k*x[n-k] \quad (ACC \mathrel{+}= A * B)$$

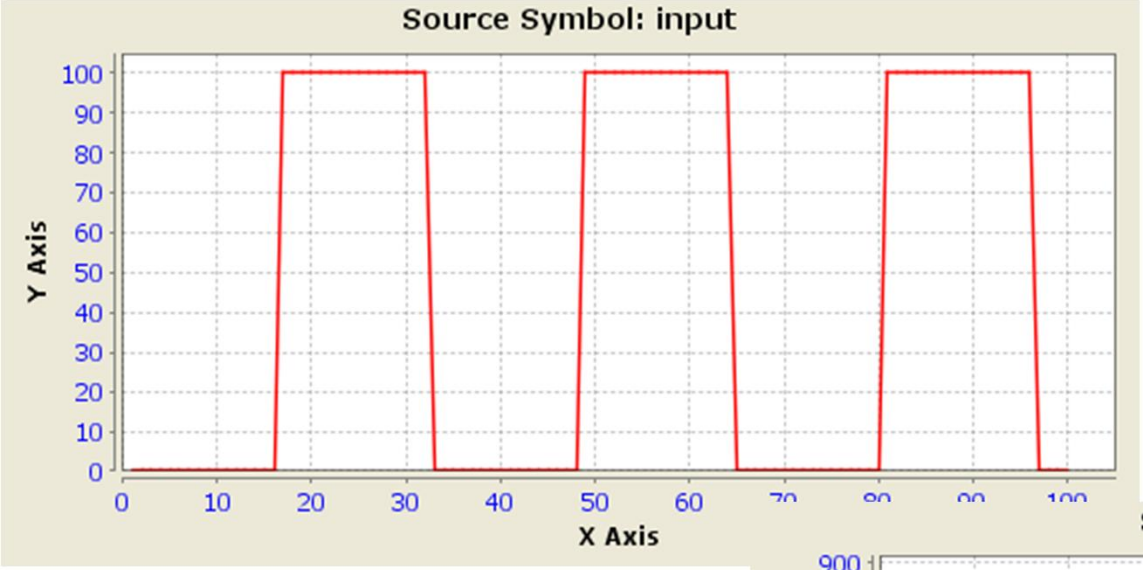


- **Много умножений и сложений?**

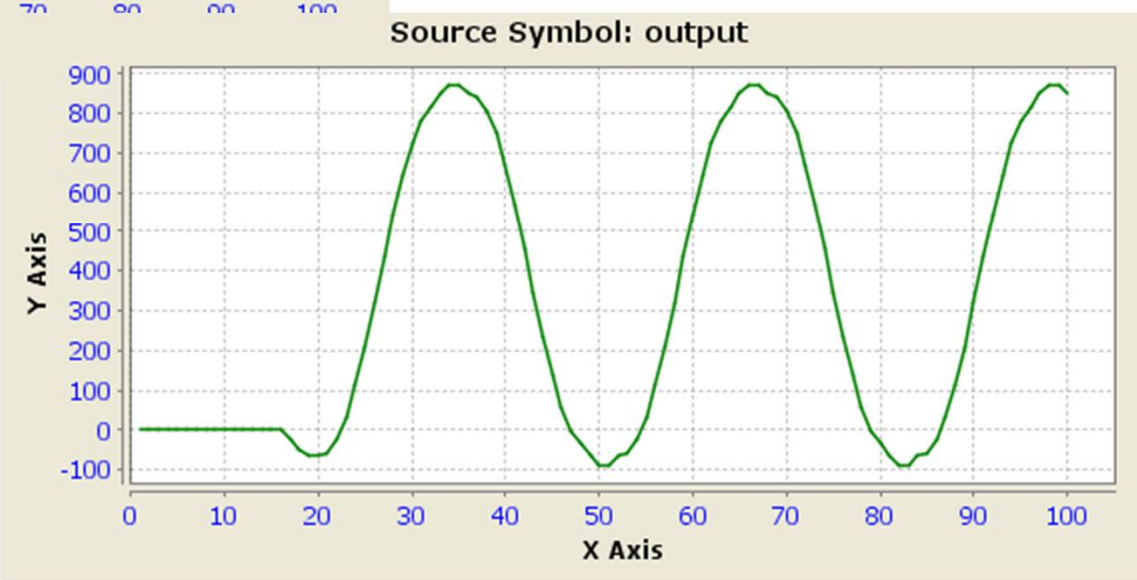
  - Почему бы не использовать MathACC!!!

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Digital Filter Applications



Входной буфер



Результат фильтрации

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Lab 3 Objectives

- **Использование Math Accelerator для ускорения выполнения математических функций на примере цифрового КИХ фильтра**

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Выполнение Lab 3

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Lab 3: Итоги

- **Мы изучили как конфигурировать Math Accelerator и использовать его в своем коде**

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Обзор MCC v3.00

- **Новые функции MCC v3.00**
  - Совместное использование выводов
  - Больше контроля портов В/В
  - Поддержка библиотек
  - Поддержка отладочных плат
  - Примеры кода
  - Поддержка Undo & Redo
  - Поддержка ~350 МК

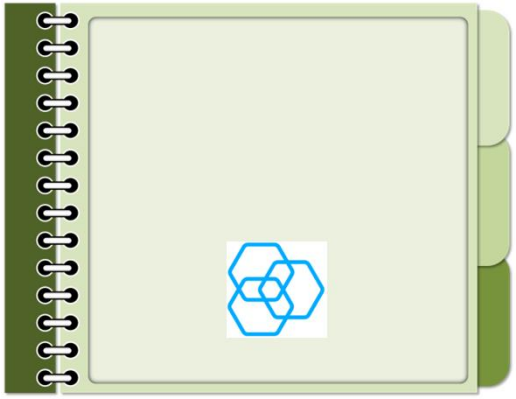
© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

План

- Часть 1: Обзор MCC – Что и Зачем?
- Часть 2: Изучение MCC
- Часть 3: Знакомство с независимой от ядра периферией. Использование MCC
- **Итоги**

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Итоги



© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Итоги

- Сегодня мы изучили:
  - Установку и использование MCC для генерации кода
  - Как легко его использовать для инициализации периферии
  - Генерирование функций с использованием Периферии Независимой от Ядра
  - Получили опыт использования MCC
  - Обзор MCC v3.00

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Итоги

- Версия 2.25.2 поддерживает 309 микроконтроллеров
  - 174 8-bit PIC-ов
  - 135 16-bit PIC-ов
- Поддерживает все типы ПНЯ
- MCC v3.00 в разработке (Бета версия доступна с сайта)
  - Поддержка Библиотек и Отладочных плат
- MCC v3.15 поддержка dsPIC® и что-то ещё…

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Итоги

MCC v2.25.2 поддерживает:

PIC12
- (L)F1501
- (L)F157x
- (L)F1612
- (L)F1822
- (L)F1840
- F752
- HV752
- LF1552

PIC16
- (L)F145x
- (L)F15xx
- (L)F161x
- (L)F17xx
- (L)F18xx
- (L)F19xx
- F753
- HV753
- LF155x

PIC18
- (L)F1xK22
- (L)F2xK20
- (L)F2xK22
- (L)F2xK50
- (L)F4xK20
- (L)F4xK22
- (L)F45K50

PIC24
- FJxxGAxxx
- F(V)16KMxx
- FxxKAxxx
- FJxxDAxxx
- FJxxGBxxx
- FJxxGCxxx

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

Вопросы?

Thank you!

© 2015 Microchip Technology Incorporated. All Rights Reserved.

LEGAL NOTICE

SOFTWARE:

You may use Microchip software exclusively with Microchip products. Further, use of Microchip software is subject to the copyright notices, disclaimers, and any license terms accompanying such software, whether set forth at the install of each program or posted in a header or text file.

Notwithstanding the above, certain components of software offered by Microchip and 3rd parties may be covered by "open source" software licenses – which include licenses that require that the distributor make the software available in source code format. To the extent required by such open source software licenses, the terms of such license will govern.

NOTICE & DISCLAIMER:

These materials and accompanying information (including, for example, any software, and references to 3rd party companies and 3rd party websites) are for informational purposes only and provided "AS IS." Microchip assumes no responsibility for statements made by 3rd party companies, or materials or information that such 3rd parties may provide.

MICROCHIP DISCLAIMS ALL WARRANTIES, WHETHER EXPRESS, IMPLIED, OR STATUTORY, INCLUDING ANY IMPLIED WARRANTIES OF NONINFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. IN NO EVENT WILL MICROCHIP BE LIABLE FOR ANY DIRECT OR INDIRECT, SPECIAL, PUNITIVE, INCIDENTAL, OR CONSEQUENTIAL LOSS, DAMAGE, COST, OR EXPENSE OF ANY KIND RELATED TO THESE MATERIALS OR ACCOMPANYING INFORMATION PROVIDED TO YOU BY MICROCHIP OR OTHER THIRD PARTIES, EVEN IF MICROCHIP HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBLITY OF SUCH DAMAGES OR THE DAMAGES ARE FORESEEABLE. PLEASE BE AWARE THAT IMPLEMENTATION OF INTELLECTUAL PROPERTY PRESENTED HERE MAY REQUIRE A LICENSE FROM THIRD PARTIES.

TRADEMARKS:

The Microchip name and logo, the Microchip logo, dsPIC, FlashFlex, flexPWR, JukeBlox, KEELOQ, KEELOQ logo, Kleer, LANCheck, MediaLB, MOST, MOST logo, MPLAB, OptoLyzer, PIC, PICSTART, PIC32 logo, RightTouch, SpyNIC, SST, SST Logo, SuperFlash and UNI/O are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

The Embedded Control Solutions Company and mTouch are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

Analog-for-the-Digital Age, BodyCom, chipKIT, chipKIT logo, CodeGuard, dsPICDEM, dsPICDEM.net, ECAN, In-Circuit Serial Programming, ICSP, Inter-Chip Connectivity, KleerNet, KleerNet logo, MiWi, MPASM, MPF, MPLAB Certified logo, MPLIB, MPLINK, MultiTRAK, NetDetach, Omniscient Code Generation, PICDEM, PICDEM.net, PICkit, PICtail, RightTouch logo, REAL ICE, SQI, Serial Quad I/O, Total Endurance, TSHARC, USBCheck, VariSense, ViewSpan, WiperLock, Wireless DNA, and ZENA are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

SQTP is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

Silicon Storage Technology is a registered trademark of Microchip Technology Inc. in other countries.

GestIC is a registered trademarks of Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG, a subsidiary of Microchip Technology Inc., in other countries.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2015, Microchip Technology Incorporated, All Rights Reserved.