

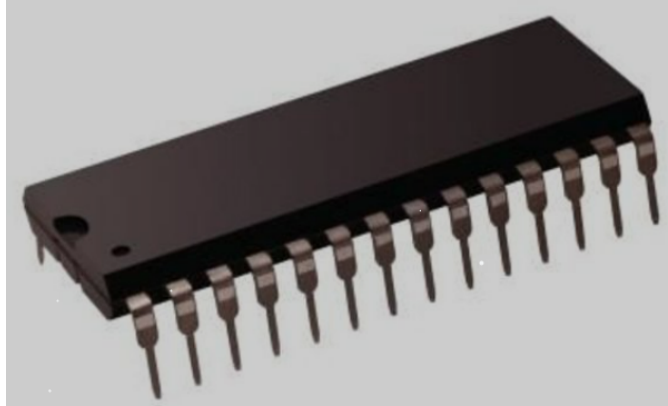
EEPROM interna

EEPROM (também escrita **E2PROM**, e pronunciada "e-e-prom") é um tipo de memória “não-volátil” usada para armazenar dados. Ser “não-volátil” significa que esta memória armazena dados mesmo quando não está energizada, diferente da memória RAM.

A sigla EEPROM significa **E**lectrically-**E**rasable **P**rogrammable **R**ead-**O**nly **M**emory, ou memória só de leitura eletricamente programável. O nome não faz jus ao funcionamento real, pois é possível ler e escrever desta memória. Este nome ficou assim devido a sua história, que começou com a memória ROM (Read only memory):



O disco acima, famoso CD ROM, é um tipo de memória ROM. Eles eram gravados na fábrica e não era possível regravá-los, apenas lê-los. Além disso, a memória interna deles tinham uma data de validade, algo em torno de 10-50 anos. Mas também existiram os chips PROM.



Estes chips possuíam um esquema de gravação físico, onde fusíveis internos literalmente queimavam para armazenar os valores. Portanto, ela só podia ser gravada uma vez. As próximas memórias que surgiram foram as EPROM:



Elas necessitavam de uma luz ultravioleta sendo inserida neste painel acima para que os dados sejam apagados. Depois era só reprograma-las. Os tipos de memória mais atuais são as EEPROM, que são eletricamente programáveis, portanto, podem ser programadas diretamente via hardware. Ainda, hoje em dia essas memórias foram substituídas pela memória Flash, a mesma utilizada em pendrives e SSD's. Mas a EEPROM ainda é muito utilizada devido ao seu baixo custo.

A memória EEPROM do PIC

Vários microcontroladores da microchip possuem um espaço de memória EEPROM interno para salvar dados importantes. Essa memória possui um ciclo de 100000 leituras/escritas e até 40 anos de armazenamento de dados.

TABLE 1: PIC18(L)F2X/4XK22 FAMILY TYPES

Device	Program Memory		Data Memory		I/O ⁽¹⁾	10-bit A/D Channels ⁽²⁾	CCP	ECCP (Full-Bridge)	ECCP (Half-Bridge)	MSSP		EUSART	Comparator	CTMU	BOR/LVD	SR Latch	8-bit Timer	16-bit Timer
	Flash (Bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)						SPI	I ² C							
PIC18(L)F23K22	8K	4096	512	256	25	19	2	1	2	2	2	2	2	Y	Y	Y	3	4
PIC18(L)F24K22	16K	8192	768	256	25	19	2	1	2	2	2	2	2	Y	Y	Y	3	4
PIC18(L)F25K22	32K	16384	1536	256	25	19	2	1	2	2	2	2	2	Y	Y	Y	3	4
PIC18(L)F26K22	64k	32768	3896	1024	25	19	2	1	2	2	2	2	2	Y	Y	Y	3	4
PIC18(L)F43K22	8K	4096	512	256	36	30	2	2	1	2	2	2	2	Y	Y	Y	3	4
PIC18(L)F44K22	16K	8192	768	256	36	30	2	2	1	2	2	2	2	Y	Y	Y	3	4
PIC18(L)F45K22	32K	16384	1536	256	36	30	2	2	1	2	2	2	2	Y	Y	Y	3	4
PIC18(L)F46K22	64k	32768	3896	1024	36	30	2	2	1	2	2	2	2	Y	Y	Y	3	4

Os modelos PIC16 também possuem uma certa quantidade de memória EEPROM interna:

Device	Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions						SPI	Master I ² C			
PIC16F873A	7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A	14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2

Ela funciona com arquitetura de endereço/valor padrão das memórias. Porém, para acessar estes endereços, é necessário utilizar o registrador EECON1.

REGISTER 7-1: EECON1: DATA EEPROM CONTROL 1 REGISTER

R/W-x	R/W-x	U-0	R/W-0	R/W-x	R/W-0	R/S-0	R/S-0
EEPGD	CFGS	—	FREE	WRERR	WREN	WR	RD
bit 7							bit 0

Legend:

R = Readable bit

W = Writable bit

S = Bit can be set by software, but not cleared

U = Unimplemented bit, read as '0'

-n = Value at POR

'1' = Bit is set

'0' = Bit is cleared

x = Bit is unknown

bit 7	EEPGD: Flash Program or Data EEPROM Memory Select bit 1 = Access Flash program memory 0 = Access data EEPROM memory
bit 6	CFGS: Flash Program/Data EEPROM or Configuration Select bit 1 = Access Configuration registers 0 = Access Flash program or data EEPROM memory
bit 5	Unimplemented: Read as '0'
bit 4	FREE: Flash Row (Block) Erase Enable bit 1 = Erase the program memory block addressed by TBLPTR on the next WR command (cleared by completion of erase operation) 0 = Perform write-only
bit 3	WRERR: Flash Program/Data EEPROM Error Flag bit ⁽¹⁾ 1 = A write operation is prematurely terminated (any Reset during self-timed programming in normal operation, or an improper write attempt) 0 = The write operation completed
bit 2	WREN: Flash Program/Data EEPROM Write Enable bit 1 = Allows write cycles to Flash program/data EEPROM 0 = Inhibits write cycles to Flash program/data EEPROM
bit 1	WR: Write Control bit 1 = Initiates a data EEPROM erase/write cycle or a program memory erase cycle or write cycle. (The operation is self-timed and the bit is cleared by hardware once write is complete. The WR bit can only be set (not cleared) by software.) 0 = Write cycle to the EEPROM is complete
bit 0	RD: Read Control bit 1 = Initiates an EEPROM read (Read takes one cycle. RD is cleared by hardware. The RD bit can only be set (not cleared) by software. RD bit cannot be set when EEGD = 1 or CFGS = 1.) 0 = Does not initiate an EEPROM read

Além do registrador EECON1, este modo também os registradores:

- EEDATA → onde é inserido o dado de 8 bits a ser armazenado na memória
- EEADR → Endereço da memória onde o dado será armazenado
- EEADRH → Registrador alto de endereçamento para casos onde a memória ultrapassa 256 bytes
- EECON2 → Registrador auxiliar

Config básica para gravação na EEPROM

```

char STATUS_GIE = 0;
EEADR = endereco; // Endereço a ser gravado
EEDATA = byte;    // Byte a ser gravado
EECON1.EEPGD = 0; // Aposta para a memória
EECON1.CFGS = 0;  // Acesso ao controle da EEPROM
EECON1.WREN = 1;  // Habilita modo de gravação da EEPROM

STATUS_GIE = INTCONbits.GIE; // Salvo a situação da interrupção
INTCON.GIEH = 0;             // Desativo as interrupções globais

EECON2 = 0X55;    // Procedimento obrigatório p/ escrita
EECON2 = 0xAA;    // Procedimento obrigatório p/ escrita
EECON1.WR = 1;    // Realiza a gravação da EEPROM
while(EECON1.WR == 1); // Aguarda o término da gravação

INTCON.GIEH = STATUS_GIE; // Reativo as interrupções globais

EECON1.WREN = 0; // Desabilita o modo de gravação

```

Config para leitura EEPROM

```

char result;

EEADR      = endereço; // Endereço da EEPROM
EECON1.CFGS = 0;       // Acesso ao controle da memória EEPROM
EECON1.EEPGD = 0;      // Aponta para a memória EEPROM
EECON1.RD   = 1;       // Inicia a Leitura do EEPROM

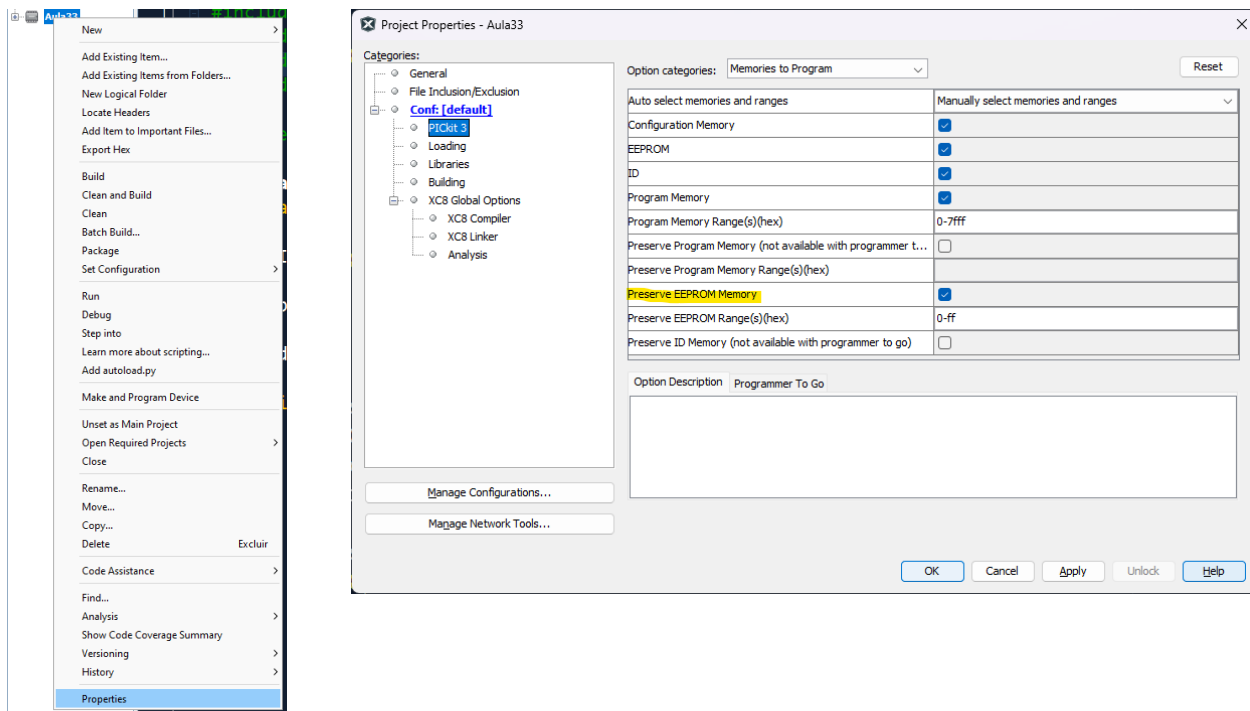
asm("nop");
asm("nop");

result = EEDATA; // O valor da leitura está em EEDATA

```

Observações

Por padrão, gravar a memória de programa do microcontrolador apaga toda a EEPROM interna. Mas é possível alterar isto clicando com o botão direito na pasta do projeto → propriedades → PicKit3 → Preserve EEPROM memory. Habilite esta funcionalidade para preservar a memória EEPROM.



Bits de configuração

O PIC18F45k22 possui dois bits de configuração para a EEPROM. Ao acioná-los, a leitura ou a escrita da EEPROM fica protegida. Mesmo protegida, o código interno do microcontrolador ainda é livre para ler ou escrever da memória EEPROM. Isso pode variar de microcontrolador para microcontrolador.

1	CPB	OFF	Boot Block Code Protection bit	Boot block (000000-0007FFh) not code-protected
1	CPD	OFF	Data EEPROM Code Protection bit	Data EEPROM not code-protected
30000A	CONFIGL	0F	-	-
1	WRT0	OFF	Write Protection Block 0	Block 0 (000800-001FFFh) not write-protected
1	WRT1	OFF	Write Protection Block 1	Block 1 (002000-003FFFh) not write-protected
1	WRT2	OFF	Write Protection Block 2	Block 2 (004000-005FFFh) not write-protected
1	WRT3	OFF	Write Protection Block 3	Block 3 (006000-007FFFh) not write-protected
30000B	CONFIGH	E0	-	-
1	WRTC	OFF	Configuration Register Write Protection bit	Configuration registers (300000-3000FFh) not write-protected
1	WRWB	OFF	Boot Block Write Protection bit	Boot Block (000000-0007FFh) not write-protected
1	WRWD	OFF	Data EEPROM Write Protection bit	Data EEPROM not write-protected

SFR

Os SFRs (Special Function Registers) no MPLAB X são registradores especiais que controlam e monitoram o funcionamento do microcontrolador. Eles são responsáveis por controlar periféricos, como entradas e saídas, comunicação serial, timers, entre outros. Os SFRs são registradores de hardware que estão diretamente conectados ao processador do microcontrolador e podem ser acessados por meio de instruções de leitura e gravação.

