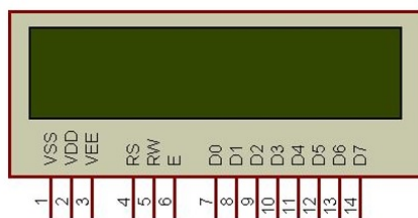


یکی از قطعات نسبتاً پرکاربرد LCD می‌باشد که در دو نوع کاراکتری و گرافیکی می‌باشند. یک مدل نسبتاً پرکاربرد LM016L است که تراشه کنترلر آن سازگار با HD44780 است.



در این تمرین یک کتابخانه برای این LCD می‌بایست نوشته شود که فایل lm016.h آن به شکل زیر می‌باشد(در واقع شما باید فایل lm016.c را توسعه دهید).

```
/* Define to prevent recursive inclusion -----*/
#ifndef __LM016__
#define __LM016__
/* Includes -----*/
#include "stm32f4xx.h"
#include "stm32f4xx_hal_gpio.h"

typedef enum
{
    8_BIT = 1,
    4_BIT = 0
}lcd_dl_t;

typedef struct
{
```

```
GPIO_TypeDef* data_ports[8];
GPIO_TypeDef* en_port;
GPIO_TypeDef* rs_port;
uint16_t data_pins[8];
uint16_t en_pin;
uint16_t rs_pin;
lcd_dl_t mode;
}lcd_t;

void lcd_init(lcd_t * lcd);
void lcd_putchar(lcd_t * lcd, uint8_t character);
void lcd_set_curser(lcd_t * lcd, uint16_t row, uint16_t col);
void lcd_clear(lcd_t * lcd);
void lcd_puts(lcd_t * lcd, char *str);
```

پس از توسعه کتابخانه به سوالات زیر پاسخ دهید:

۱. در ورودی تمام توابع یک اشاره گر به تایپ lcd_t ورودی داده شده است. علت چیست؟
۲. این نوع lcd ۱۶ پایه دارد. راجب فانکشن آنها توضیح دهید؟
۳. محدود تغذیه آن از چند ولت تا چند ولت می باشد؟
۴. فرض کنید میکروکنترلر با ولتاژ تغذیه ۲ ولت کار می کند. در این حالت یک شماتیک راجع به نحوه اتصال lcd به میکروکنترلر مورد نظر ارائه دهید؟

۱. در صورت ابهام از نحوه پیاده سازی ابتدا به دیتاشیت و نمونه کدهای موجود در اینترنت مراجعه فرمایید.

۲. کد حتما مرحله به مرحله باید گیت شود (فولدر git. باید در پوشه ای که تحویل می دهید باشد).

۳. پیاده سازی عملی نمره اضافه دارد (نیم نمره به بخش تمرین ها).

۴. صرفا تمرین هایی که از طریق moodle ارسال شوند بررسی خواهند شد.