



Mikroprocesorové a vestavěné systémy
ARM na FITkit3
Obsluha displeje s technologií e-ink

18. prosince 2015

Autor: Jakub Pastuszek, xpastu00@stud.fit.vutbr.cz
Fakulta Informačních Technologií
Vysoké Učení Technické v Brně

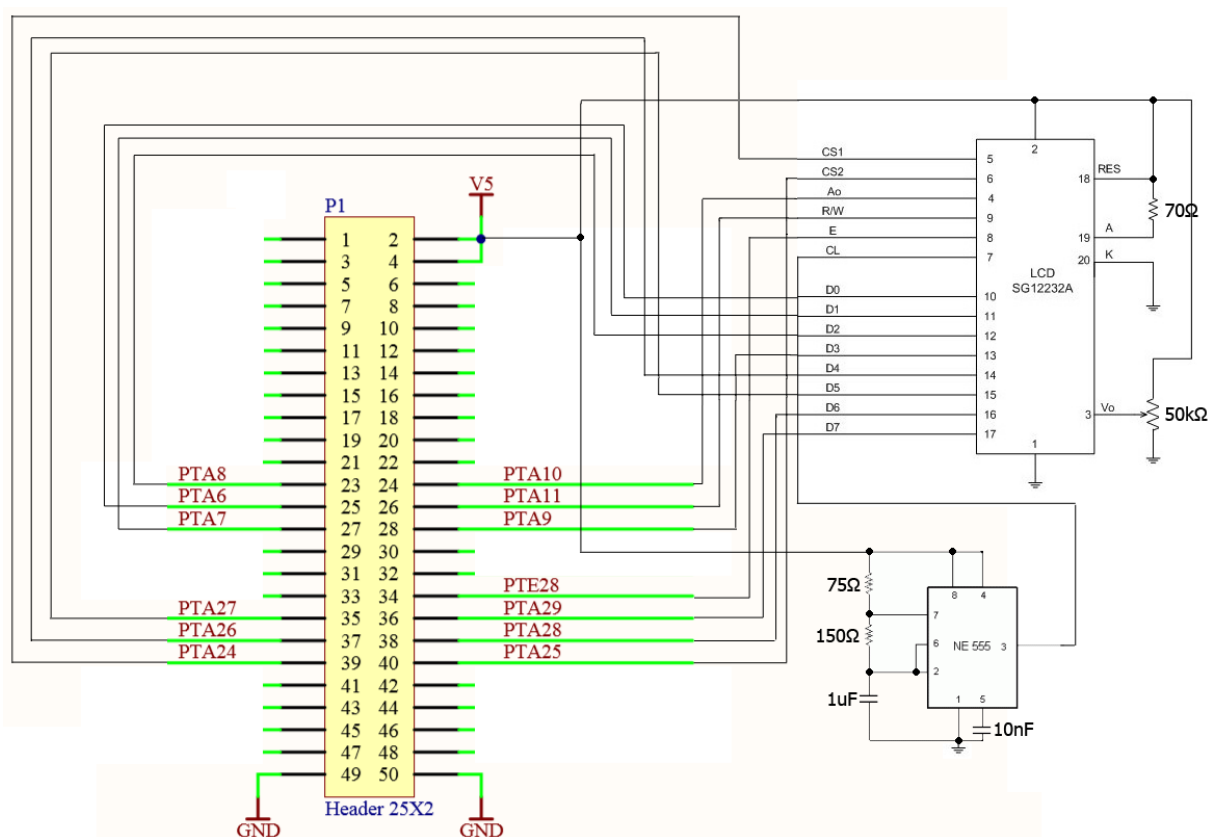
Úvod

Cílem projektu je navrhnout propojení zařízení FITkit3 (dále kit) s monochromatickým LCD displejem (dále displej) - náhrada e-ink displeje, a naprogramovat komunikační protokol v jazyce C. Výsledkem projektu je aplikace, která demonstruje principy obsluhy displeje.

Zapojení

Na kitu je využit pinheader 1 (P1), na kterém jsou použity napájecí piny s napětím 5V a zem (viz Obrázek 1). Dále datové piny 23-28 a 34-40, na mikroprocesoru reprezentovány jako části portů A a E, které jsou využity pro řízení displeje.

Pro generování CL signálu pro displej je použit obvod NE555 v asynchronním režimu. Hodinový signál na výstupu má frekvenci $\sim 4\text{kHz}$, což je pro displej doporučeno.



Obrázek 1 - Schéma zapojení

Popis implementace

Nejprve je nutné inicializovat vstupně-výstupní piny kitu, tuto činnost provádí metoda „GLCD_InitPorts“, ta nastavuje GPIO funkcionalitu na daných pinech pomocí zvolení daného režimu. Dále nastavuje směr, kdy z počátku jsou všechny piny nastaveny jako výstupní. Poslední, ale nezbytnou akcí je nastavení výchozích hodnot.

Po inicializaci portů je již možné inicializovat samotný displej. Displej obsahuje 2 řídící čipy, proto se musí startovací sekvence provést pro oba. Tato sekvence se skládá ze zaslání příkazu „RESET“, jeho následného potvrzení ze strany čipu a dále zaslání příkazu

„DISPLAY_ON“. Metoda „GLCD_Init“ zajišťuje provedení této sekvence. Po této fázi je displej inicializován a připraven k výpisu.

Nezbytnou součástí metody zmíněné v minulém odstavci jsou metody „GLCD_WriteCommand“ a „GLCD_WaitForStatus“. První zmíněná metoda se stará o zaslání požadovaného příkazu displeji. Hlavními částmi jsou nastavení pinů určené pro data (dále datové piny) podle daného příkazu a vybrání čipu. Druhou zmíněnou metodou se zjišťuje stav displeje v určitých okamžicích. To je možné tak, že datové piny jsou nastaveny jako vstupní a je aktivován pin oznamující displeji, že se bude z něj číst. Na daný stav displeje se čeká tak dlouho, dokud nenastane. Po přečtení požadovaného stavu je nutno změnit orientaci datových pinů zpátky na výstupní a přepnout ze čtení na zápis.

Pomocná metoda „GLCD_Goto“ vyhodnocuje na kterou polovinu displeje se bude zapisovat a podle toho ověří stav daného čipu a poté mu zašle souřadnice v podobě výběru sloupce a stránky.

Zápis dat do paměti displeje provádí metoda „GLCD_WriteData“, která nejprve nastaví pozici zápisu dat, poté na datové piny nastaví požadované data. Dále probíhá výběr čipu podle vertikální pozice zápisu. Obdobnou funkcí je „GLCD_ReadData“, která ale čte data z paměti displeje. Důležitou částí této funkce je nastavení směru datových pinů jako vstupní a také výběr čipu podle vertikální pozice čtení. Funkce vrací přečtenou hodnotu.

Pro nastavení jediného pixelu na displeji je využívána metoda „GLCD_SetPixel“. Tato metoda nastavuje požadovanou hodnotu na danou pozici displeje. Využívá obou metod zmíněných v minulém odstavci a to tak, že nejprve přečte 8-mi bitovou hodnotu, poté v ní změní jediný bit a zpátky na stejnou pozici ji změněnou zapíše.

Vykreslení celého displeje jednou barvou provádí metoda „GLCD_FillScreen“, která prochází celý displej a nastavuje pro každý pixel požadovanou hodnotu.

Další funkcionalita

Aplikace obsahuje další přídavné moduly, které ulehčují výpis komplexnějších dat na displej. Mezi ně patří modul „draw“, který se stará o vykreslování základních tvarů. Obsahuje metodu pro vykreslení čáry, které se předají souřadnice začátku a konce a barvy vykreslené čáry. Další metoda vykresluje obdélník. Potřebné údaje jsou souřadnice počátků a konce (levý horní a pravý dolní pixel), zda má být obdélník vyplněn a barva. Posledním základním tvarem pro vykreslení je kruh, která očekává souřadnice středu, poloměr, zda má být vyplněn a barvu.

Dalším modulem je „font“, který definuje znaky a provádí jejich vykreslení na displej. Součástí modulu je definice dvou základních písem a to se znaky velikosti 3x6 a 5x7. Obsahuje metody pro výpis znaku i celých řetězců.

Oba přídavné moduly jsou převzaty z „glcd_library_1_0“ a dále upraveny pro tento kit a displej.

Vykreslení šachovnice lze provést pomocí metody „GLCD_DrawChessboard“. Tato metoda očekává číslo, které udává posun v hodnotách pixelů ve vodorovném směru o kolik má být počátek šachovnice posunut.

Závěr

Propojení kitu a displeje bylo odzkoušeno implementovanou aplikací. Aplikace umožňuje jak nízkourovňové ovládání displeje, kdy se dají aktivovat jednotlivé pixely displeje samostatně, tak ovládání na vyšší úrovni za použití implementovaných metod – vykreslení primitivních obrazců, výpis textů aj.