

Multiplexanzeige 4x7

1 Allgemeines

Die Multiplexanzeige gibt es in zwei Varianten (V1.0, grüne Platine, V1.1, weiße Platine), die aber funktionsgleich sind. Die Änderung betrifft nur die Transistoren. Bei V1.1 werden Typen in einem etwas größeren Gehäuse verwendet, um das Löten per Hand zu erleichtern. Der genaue Typ des Anzeigemoduls ist nicht wichtig.

2 Anschlussbelegung

Abbildung 1 zeigt die Lage der Anschlüsse (Aufsicht) und die Zuordnung zu den Stellen und den Segmenten des Anzeigemoduls.

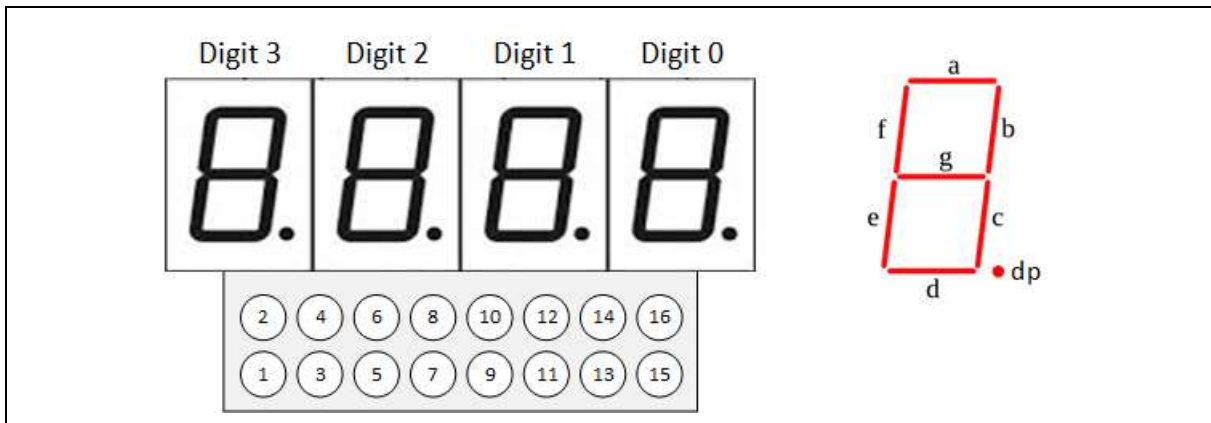


Abbildung 1: Multiplexplatine, Anschlussbelegung

Tabelle 1 zeigt die Bedeutung der Anschlüsse (Nr. 3 und 15 werden nicht verwendet).

VCC	Digit 3	d	f	dp	c	g	b
2	4	6	8	10	12	14	16
1	3	5	7	9	11	13	15
GND		Digit 0	e	a	Digit 1	Digit 2	

Tabelle 1: Anschlussbelegung

Alle Anschlüsse sind H-aktiv. Das Segment b der Stelle Digit 0 wird leuchten, wenn an den Anschlüssen 16 und 5 ein H-Pegel anliegt.

Die vorgesehene Betriebsspannung im Multiplexbetrieb VCC beträgt 5V.

Betriebshinweis

Wenn die Anzeige statisch betrieben wird (kein Multiplex), dann darf VCC entweder nur 3.3V betragen oder es wird mehr als ein Digit gleichzeitig eingeschaltet.

3 Beschreibung der Schaltung

Die Beschreibung bezieht sich gleichermaßen auf Version 1.0 und V1.1.

3.1 Allgemeine Betrachtung

Da im Multiplexbetrieb jede Stelle nur zu einem Viertel der Zeit eingeschaltet ist, müsste jede LED mit dem ca. vierfachen Strom des statischen Falls betrieben werden, wenn gleiche Helligkeit erzielt werden soll. Dieser Strom überschreitet aber in der Regel den maximal

Multiplexanzeige 4x7

zulässigen Dauerstrom. Wird die Anzeige durch einen Fehler doch statisch betrieben, werden die LED zerstört.

Da im Praktikum Fehler zu erwarten sind, wird der Strom bei 5V Betriebsspannung auf ca. 30mA eingestellt. Das liegt immer noch über dem maximal zulässigen Dauerstrom (typisch 20mA), führt aber nicht zur sofortigen Zerstörung der LED sondern zu einer Verkürzung der Lebensdauer. Da die Anzeigen nur jeweils kurze Zeit in Betrieb sind, ist das ein Kompromiss zwischen Lebensdauer im Fehlerfall und Helligkeit im Normalbetrieb.

Zudem kann dieser Fall durch zwei unabhängige Maßnahmen ganz vermieden werden, so dass für Tests auch ein statischer Betrieb ohne Gefahr möglich ist.

1. Verwendung von 3.3V für VCC im Testbetrieb
Der Strom durch eine LED beträgt dann nur noch ca. 10mA.
2. Einschalten von mehr als einer Stelle im statischen Fall
Der Strom von 30mA verteilt sich auf mehr als eine LED.

3.2 Dimensionierung

Der Strom durch eine LED soll bei 5V Betriebsspannung 30mA betragen. Dieser Strom kann auch im Multiplexbetrieb ständig durch die Transistoren und Vorwiderstände fließen. Eine Stelle kann einen Strom von bis zu $8 \cdot 30\text{mA} = 240\text{mA}$ benötigen.

Für das Ein-/Ausschalten einer ganzen Stelle wird ein N-Kanal-MOSFET verwendet, da dieser Typ schon bei geringen Gate-Source-Spannungen Durchlasswiderstände von unter $200\text{m}\Omega$ haben kann. Damit liegt der Spannungsabfall mit weniger als 0.05V weit unter den ca. 0.3V eines NPN-Bipolartransistors und kann im Weiteren vernachlässigt werden.

Für die Segmente scheidet ein P-Kanal-MOSFET aus, wenn die Betriebsspannung 5V beträgt, das FPGA oder der μC aber nur maximal 3.3V liefern kann. Dann könnte der Transistor nicht zuverlässig ganz gesperrt werden.

Daher wird hier ein NPN-Transistor mit integriertem Basisvorwiderstand benutzt. An den LED fallen typisch 2V ab, so dass noch $3.3\text{V} - 2\text{V} = 1.3\text{V}$ für die Ansteuerung des Transistors bleiben. Nach Abzug von 0.7V für die Basis-Emitterstrecke bleiben 0.6V für den Vorwiderstand. Bei den eingesetzten Typen beträgt der Widerstand nominal $1\text{k}\Omega$. Damit fließt ein Strom von $600\mu\text{A}$. Der Stromverstärkungsfaktor beträgt mindestens 70, so dass sich ein Durchlassstrom von über 40mA ergibt. Da maximal 30mA vorgesehen sind, genügt das.

Am Transistor muss dann eine maximale Leistung von $30\text{mA} \cdot 0.3\text{V} = 9\text{mW}$ abgeführt werden. Dafür genügt Luftkühlung.

Der Strom durch die LED wird dann nur von dem Vorwiderstand begrenzt.

An den Vorwiderständen fallen (je nach LED-Material) ca. $5\text{V} - 0.3\text{V} - 2\text{V} = 2.7\text{V}$. Für eine worst-case-Betrachtung werden 3V angenommen. Damit ergibt sich R zu 100Ω . Die abzuführende maximale Leistung beträgt 90mW.

Daher werden Widerstände mit 1/10W Belastbarkeit bei Luftkühlung verwendet.