

Design-In von Displays

Kriterien bei der Auswahl und Integration von Displays

Die Auswahl und Implementation eines Displays scheinen auf den ersten Blick keine großen Herausforderungen zu bergen. In der Praxis können jedoch Probleme gerade in Hinblick auf die geplante Lebensdauer und Darstellungsqualität auftauchen, wenn nicht einige grundlegende Kriterien bei der Selektion und dem Design-In berücksichtigt werden. WOLFGANG NITZSCHE



Das Design-In eines Displays ist eigentlich sehr einfach. Das Display wird angeschlossen und funktioniert – so jedenfalls die verbreitete Einstellung. Dem ist aber nicht immer so. Wird ohne Fachkenntnis das Display in Betrieb genommen, drohen teure Spätschäden am Display, aufwändige Nachentwicklungen oder im günstigeren Fällen trotz leistungsfähiger Hardware enttäuschende Darstellungsqualität.

Display

Alphanumerische Displays

Diese Displays zeigen ein oder mehrzeilig Zahlen und Zeichen an. Ein Displaycontroller ist in der Regel integriert. Die Displays eignen sich für einfache Anzeigen in Mikrocontroller bzw. kleinen Embedded-Anwendungen. Die Ansteuerung erfolgt über den Datenbus des Systems, der aus einem seriellen, einem I²C-Bus oder einem CAN-Bus bestehen kann. Es wird nur eine geringe Prozessorleistung benötigt.

Grafische Displays

Grafische Displays erlauben es, Text und Grafikelemente zu mischen. Sie ermöglichen komplexe Schriftzeichen (chinesisch, etc.) Diagramme, Bilder oder Videodarstellung. Bis Auflösungen von QVGA sind Displays sowohl mit als auch ohne integrierten Grafikcontroller erhältlich.

Displays mit integriertem Grafikcontroller kommen meist in kleinen Mikrocontrollersystemen zum Einsatz. Displays ohne Grafikcontroller erfordern einen externen Grafikcontroller. Der Grafikcontroller ist dabei preiswerter und leichter zu implementieren als ein überdimensionierter Prozessor, der per Software auch noch die Displaytimings generieren muss.

Custom Displays

Custom Displays sind kundenspezifisch in allen erdenklichen Varianten produzierte Displays. Sie bieten maximale Individualisierung der Produkte. Ab Stückzahlen, die Tausend pro Jahr überschreiten, und bei Auflösungen bis VGA-Qualität sollte man diese Lösung in Erwägung ziehen.

Aktive Displays versus Passivdisplays

Aktive Displays

Aktive Displays (TFTs) verfügen je Bildpunkt über aktive Schaltelemente (Transistoren), dadurch vereinfacht sich die physikalische Ansteuerung im Display erheblich. Jeder Bildpunkt stellt elektrisch einen verlustbehafteten Kondensator dar. Dieser kann über den Transistor gezielt mit einer analogen Spannung beaufschlagt werden. Die Flüssigkristallanordnung in der Zelle wird damit variiert. Polarisiertes Licht kann so mit Hilfe von Polarisationsfiltern in der Helligkeit



Dipl.-Ing. Wolfgang Nitzsche ist Marketingingenieur bei der Data Modul AG



Abb. 1: TFTs bieten hohen Kontrast und grafische Darstellungsmöglichkeiten.

moduliert werden. Die Helligkeit des Bildpunktes kann also direkt über die angelegte Spannung gesteuert werden. Nach Abschalten des ‚Pixelkondensators‘ bleibt die Ladung noch recht lange erhalten. Die restlichen Bildpunkte können problemlos nacheinander angesteuert werden, die Wechselwirkung zwischen einzelnen Pixel ist gering. Zwischen hellem und dunklem Bildpunkt ist ein hoher Kontrast möglich. Die Geschwindigkeit des Umschaltens wird vorwiegend vom Flüssigkristall, Leitungswiderständen und parasitären Kapazitäten bestimmt.

Passive Displays

Passiven Displays (STN) fehlt das aktive Schaltelement für die einzelnen Pixel. Der Pixelkondensator liegt in einer Zeilen- und Spaltenmatrix, in der alle Pixelkondensatoren ein komplexes elektrisches Netzwerk bilden. Der Kondensator wird geladen, wenn seine Zeilen- und Spaltenleitung aktiv sind. Er entlädt sich aber danach über das Zeilen- und Spaltennetzwerk langsam. Praktisch wird bei diesem Displaytyp jeder Bildpunkt nur ein- und ausgeschaltet, da Zwischenwerte für Graustufen schwer eingehalten werden können. Dies spielt später für die erreichbare Farbtiefe eine entscheidende Rolle. Durch die starke gegenseitige Beeinflussung der Pixel ist kein so hoher Kontrast wie bei aktiven Displays möglich. Zudem macht sich dies negativ durch Übersprechen bemerkbar: Ein kleines kontrastreich dargestelltes Quadrat, sieht dadurch wie ein verwaschenes Kreuz aus, Schriften bilden Schatten. Tritt bei modernen Displays dieser Effekt zu Tage, ist meist der Kontrast zu hoch eingestellt.

Der Kontrast passiver Displays hängt extrem von der Temperatur ab und erfordert daher immer eine externe Nachführung der Kontrastspannung, abhängig von der Temperatur. Die Kennlinie der Kompensationsschaltung muss zunächst vom Kunden ermittelt werden, da die Hersteller üblicherweise nur für Null und 25°C die nötigen Kontrastspannungswerte angeben. Dem Endkunden sollte in jedem Fall eine manuelle Nachkorrektur ermöglicht werden. Streuungen innerhalb verschiedener Lieferlose sind normal, daher muss zumindest vor Produktauslieferung eine Justage erfolgen. Hier ist zu beachten, dass Kontrastspannungen oft nicht auf Masse, sondern auf die LCD-Betriebsspannung bezogen werden. Auch wird deren Polarität oft falsch interpretiert. In der Spezifikation ist der Wert normalerweise positiv angegeben, ist aber auf Masse bezogen negativ (meist benötigen monochrome Displays negative-, Farbdisplays jedoch positive Kontrastspannungen). Teilweise enthalten die Spezifikationen Prinzipschaltbilder, die die richtige Polarität zeigen.

Helligkeit

Das Display soll in der Regel so hell wie möglich sein und eventuell auch unter starker Sonneneinstrahlung gut ablesbar bleiben. Dabei hängt die Ablesbarkeit des Displays vorwiegend vom Kontrast der Darstellung ab. ►

Anzeige



Abb. 2: Bei passiven Displays ist eine externe Nachführung der Kontrastspannung erforderlich.

Transmissive Displays

Transmissive Displays werden von hinten beleuchtet und bieten wie selbstleuchtende Plasmas oder OLEDs die größte Brillanz der Farben. Allerdings gelangt nur zwischen 8 und 12 % des Hintergrundlichts zum Betrachter, der Rest wird absorbiert und führt zu einer Erwärmung. Sonnenlichttaugliche transmissive Displays haben daher immer ein Wärmeproblem (zur erheblichen Eigenwärme kommt auch noch die Sonnenstrahlung!) und sind richtige ‚Stromfresser‘. Diese Displays (über 600 cd/m²) bieten diversen Lieferanten als umgebaute Standarddisplays an. Die Farbfilter der Displays sind nicht für diesen Betrieb optimiert und altern deutlich schneller.

Reflektive Displays

Reflektive Displays weisen im Display hinter dem Flüssigkristall eine reflektierende Schicht auf. Da hier das reflektierte Umgebungslicht die Anzeigehelligkeit erhöht, erscheint das Bild heller je mehr Licht auf das Display fällt. Ist die Umgebungshelligkeit immer ausreichend, kann dieser Displaytyp verwendet werden. Die Farbbrillanz des transmissiven Displays wird aber leider nicht erreicht. Den Farben fehlt die Brillanz. Dieser Displaytyp eignet sich besonders für Anwendungen, die extrem sparsam mit der zur Verfügung stehenden Energie umgehen müssen (z.B. batteriegetriebene Geräte). Um auch bei dunklen Verhältnissen ablesbar zu bleiben, wurden bei einigen Lösungen reflektive Displays mit einem Auflicht (LED) kombiniert.

Transfektive Displays

Transfektive Displays stellen einen Kompromiss zwischen transmissiven und reflektiven Displays dar. Dies betrifft die Farbbrillanz sowie den Energieverbrauch. Ein Display benötigt ohne Beleuchtung je nach Größe wenige Mikrowatt (z.B. Uhrendisplays) bis wenige Watt (15"-Displays). Eine Hinterleuchtung oder Beleuchtung (frontlight) schlägt jeweils mit etwa dem zwanzigfachen zu Buche, wobei hier bei Sonderversionen bis in extreme Leistungsklassen vorgestoßen wird. Ein Uhrendisplay lässt sich also schon mit ein paar Milliwatt beleuchten, bei

15"-Displays sind 15 bis 40 Watt üblich (ohne Verlustleistung der Ansteuerlektronik).

Kontrast

Der Kontrast wird als das Verhältnis der Helligkeit einer weißen Displayfläche zu der einer schwarzen angegeben. Sie ist die eigentliche Größe, welche die Ablesbarkeit eines Displays bestimmt. Der Kontrastwert einer bedruckten Zeitungseite liegt bei etwa acht bis zehn. Alle handelsüblichen Displays übertreffen diesen Wert um ein vielfaches, jedoch ist der Kontrast sowie die Helligkeit beim Display vom Blickwinkel abhängig. Für die höherwertigen TFT-Displays sind hier enorme Anstrengungen getätigt worden, um diese Abhängigkeit zu überwinden. So sind bei TFTs relativ konstante Blickwinkelverhältnisse bis 170° schon weit verbreitet. Für Spezialanwendungen wie Geldautomaten kann der Blickwinkel über Prismenfolien auch wieder eingeschränkt werden.

Geschwindigkeit

Vielen Anwendern sind noch die Kometenspuren der Mausebewegungen früherer (STN-) Displays in Erinnerung. Teilweise war der Mauszeiger nur bei Bewegungsstillstand zu sehen. Displays eigneten sich daher bis vor einiger Zeit für Videoanwendungen nicht. TFTs können zwischenzeitlich jedoch Videos darstellen. In den Displayspezifikationen ist dafür die ‚response time‘ t-on und t-off zu beachten. Diese liegen für STN-Displays zwischen 200 und 350 ms, bei aktuellen TFTs bei 10 ms. Für Videos mit niedrigen Framerates von 25 fps (50 fps) sind t-on bzw. t-off Zeiten von weniger als 20 ms (10 ms) erforderlich. Diese Schaltgeschwindigkeiten sind stark temperaturabhängig und können bei Null Grad schon den fünffachen Betrag annehmen. Beim Vergleich mehrerer Displayspezifikationen ist aber auf unterschiedliche Definitionen der Schaltzeiten zu achten. Meist werden hier die Zeiten zwischen Wechsel des elektrischen Eingangssignals und vollständigem Umschalten des Flüssigkristalls angegeben. Manche Hersteller beziehen sich aber auf die Angabe der für sie günstigeren reinen Schaltzeiten des Flüssigkristalls. Unter der Internetadresse <http://www.hwhunpage.com/download/csinst.exe> ist ein Freeware-Bildschirmtestprogramm erhältlich, bei welchem eindrucksvoll die Geschwindigkeit des Displays dargestellt und beurteilt werden kann.

Beleuchtung

Displays können auf vielfache Weise beleuchtet werden. Für kleine Anzeigen eignen sich LEDs oder EL-Folien. LEDs sind besonders langlebig,

haben einen fast unbeschränkten Arbeitstemperaturbereich und sind leicht dimmbar. Weiße LEDs für Farbanzeigen sind kostenintensiv. EL-Folien sind dagegen preiswert und in allen Größen erhältlich, benötigen allerdings einen Inverter zur Generierung der hohen Arbeitsspannung (ca. 300 V). Für sehr helle Displays benötigt man andere Leuchtmittel. Hier werden CFLs (cold fluorescent lamps) eingesetzt.

Kalt bezieht sich hier nur auf die ungeheizten Lampenelektroden. Diese benötigen eine sehr hohe Zündspannung, bei Betrieb sinkt die Impedanz der Röhre drastisch und damit die Arbeitsspannung. Die im Datenblatt angegebene maximale Zündspannung benötigt die CFL maximal im neuwertigen Zustand. Man wählt einen Inverter der eine Leerlaufspannung von mindestens 120% dieses Wertes liefern kann, diese 120% sind also die minimale Leerlaufspannung des Inverters! Zu beachten ist, dass für tiefe Temperaturen die Zündspannung deutlich höher ausfällt. Die im Datenblatt ausgewiesenen Werte für die Lampenlebensdauer ist als rein theoretischer Wert zu bewerten. Die Hersteller geben hier in Fußnoten sehr enge Betriebsbedingungen an. Schon allein durch die unterschiedliche Definition ergeben sich bei gleicher CFL extrem unterschiedliche Werte. Schaltvorgänge werden hier völlig außen vor gelassen, denn diese beanspruchen die Elektroden der CFLs extrem. Insbesondere das Zünden bei niedrigen Temperaturen verringert die Lebensdauer der Lampen. Daher sollten diese zum kurzfristigen Stromsparen nicht abgeschaltet, sondern über eine Pulsweitenmodulation (PWM) stark gedimmt werden. Extreme Dimmverhältnisse lassen sich nur mit PWM-Dimmung erreichen. Die Ladungsträger bleiben in den kurzen Impulspausen (< 5 ms) in der CFL erhalten. Die Lampe muss daher für einen erneuten Stromfluss nicht wieder gezündet werden. So sind Dimmverhältnisse von über 1 zu 100 möglich, bei herkömmlicher, analoger Dimmung dagegen nur bis 1 zu 5. Die CFLs werden mit hochfrequentem Strom (20 bis 50 kHz) betrieben. Die CFL-Anschlussleitungen müssen daher so kurz wie möglich gehalten werden. Sie sind häufig die Ursache für Probleme.

On-off timing

Das ‚On-Off-Timing‘ nimmt in den Displayspezifikationen nur sehr wenig Platz ein und wird daher oft übersehen. Diese Anforderung einzuhalten ist aber von entscheidender Bedeutung. Fehler können die sofortige Zerstörung des Displays bewirken oder aber im Feld nach Monaten zu unterschiedlichsten Fehlerbildern führen. So können Zeilen- oder Spaltenausfälle, Flüssigkristallzersetzung und ‚Einbrenneffekte‘ auftreten.