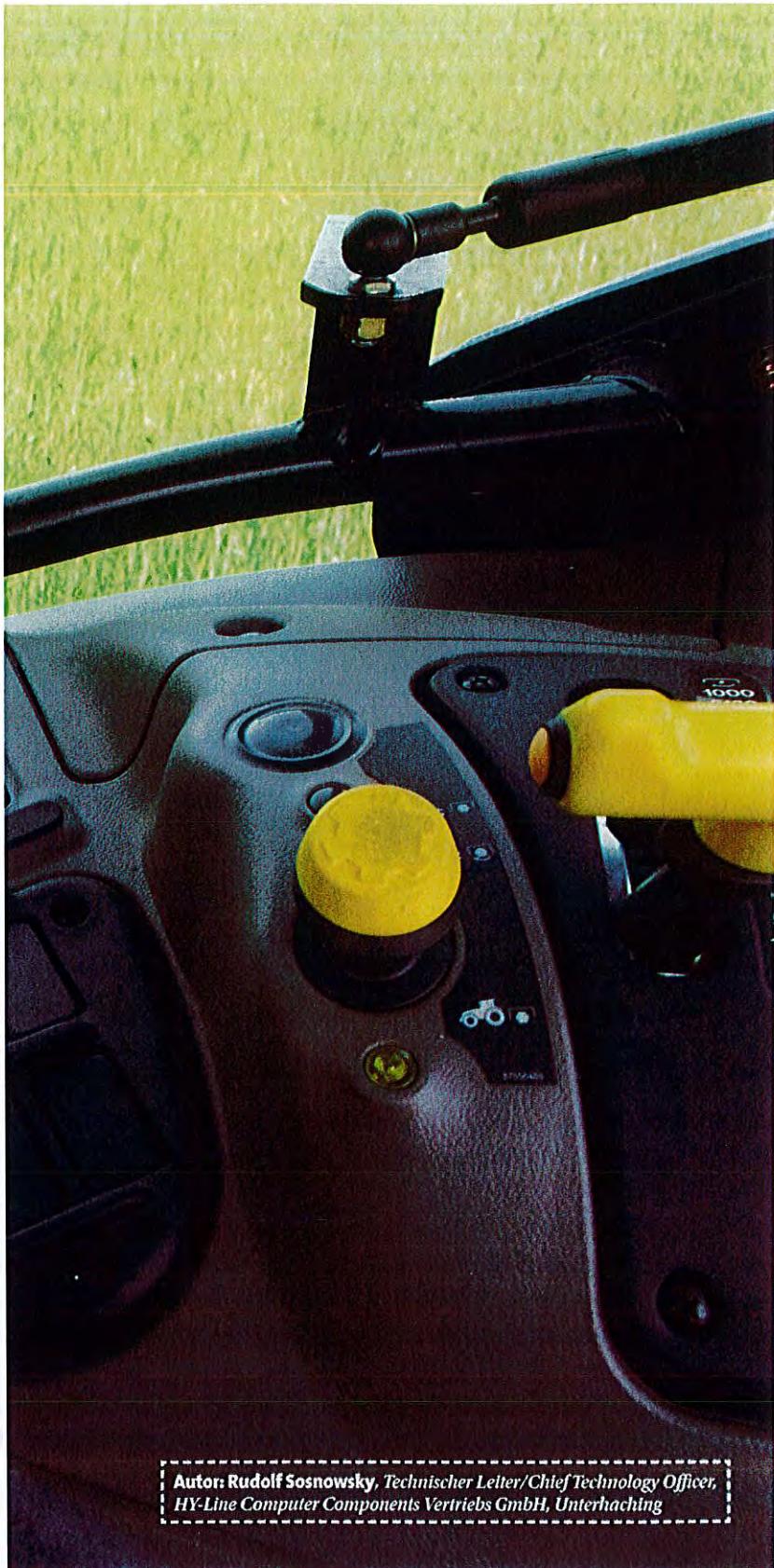


TFT-DISPLAYS

VERGISSMEINNICHT!





Autor: Rudolf Sosnowsky, Technischer Leiter/Chief Technology Officer, HY-Line Computer Components Vertriebs GmbH, Unterhaching

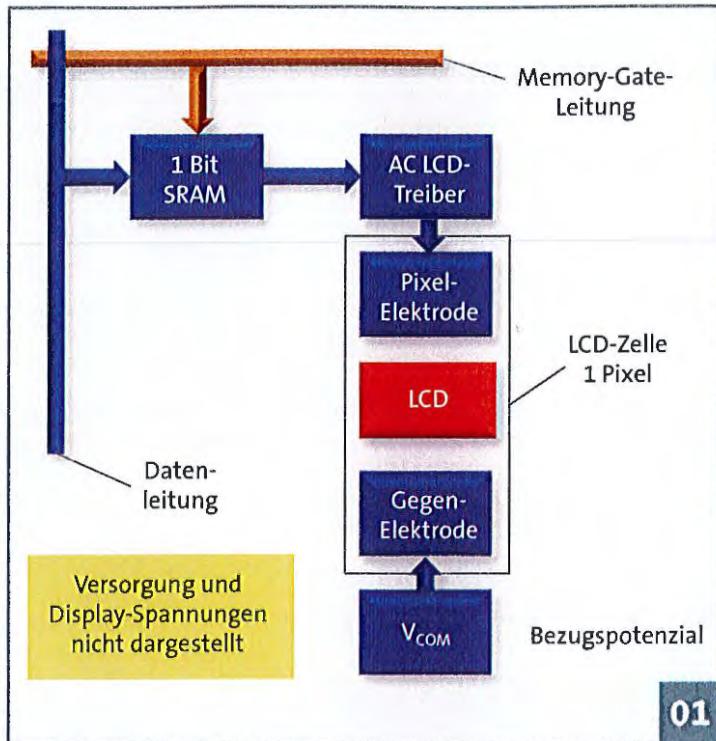


Sind Displays vergesslich? Ja, so sehr, dass sie 60 Mal in der Sekunde daran erinnert werden müssen, welchen Inhalt sie anzeigen sollen. Doch es gibt ein Gegenmittel gegen die Vergesslichkeit: Die „Memory In Pixel“ (MIP)-Technologie, die den Inhalt aufrechterhält, ohne dass das Display periodisch aufgefrischt werden muss.

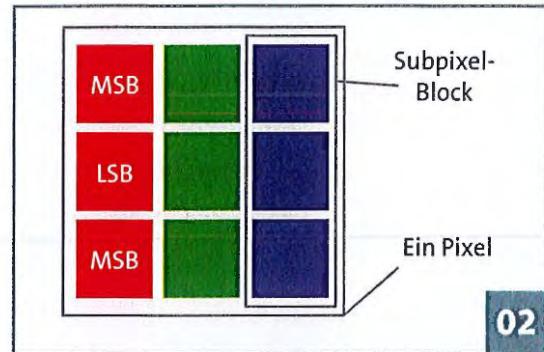
FT-Aktiv-Matrix-Displays sind gegenüber STN-Passiv-Matrix-Displays kontrastreicher. Möglich wird dies u. a. dadurch, dass jedes Pixel von einem eigenen Transistor angesteuert wird. Somit kann die Kurvenform der Ansteuerung steiler sein, das LCD-Material besser ausgesteuert werden, und der Kontrast steigt. Die Elektroden müssen sich dazu jedoch auf einem Halbleiter-Substrat befinden, im Gegensatz zum STN, wo eine einfache leitfähige Struktur ausreicht, die von außerhalb der Matrix angesteuert wird. Das Ansteuerungsprinzip für ein Punktmatrix-Display ist in beiden Fällen gleich: Sequentiell wird das Signal Zeile für Zeile an das Display gelegt, und an den Spalten stehen die Signale für Ein- und Ausschalten des entsprechenden Segments in der Zeile an.

Der Ansteuertransistor befindet sich am Kreuzungspunkt von Zeile und Spalte. Ein kleiner (in Halbleitertechnik aufgebaut) Kondensator speichert das Ansteuersignal, bis nach 1/60 s der Bildinhalt aufgefrischt wird. Diese Schaltung wird auch Sample-and-Hold-Schaltung genannt. Allerdings ist dessen Kapazität klein und die Ladung fließt durch Leckströme schnell ab. Daher muss bei jedem Scannen des Displays frische Energie nachgeliefert werden.

Eine logische Weiterentwicklung der Idee besteht darin, die Kombination von Transistor und Speicherkondensator durch einen Halbleiter-Speicher zu ersetzen, der die Information hält, bis sie überschrieben wird, oder die Versorgungsspannung entfernt wird (Bild 01). Genau dies zeichnet die MIP-Technologie aus.



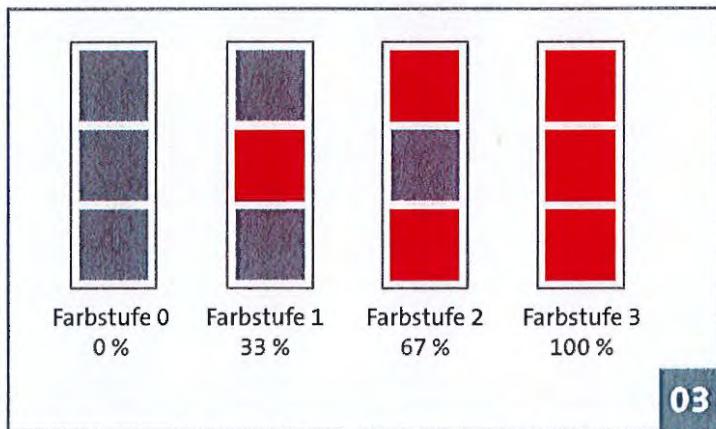
01



02

DARSTELLUNG VON GRAUSTUFEN UND FARBE

Anders als bei TFT, bei dem der analoge Spannungswert für ein Pixel in einem Kondensator gespeichert wird, kann die Speicherzelle für das Pixel nur zwei Zustände annehmen. Die Darstellung von mehreren Grau- oder Farbstufen ist daher nicht möglich. Bei einem Monochrom-Display lassen sich Graustufen nur durch Dithering darstellen; abwechselnd weiße und schwarze Pixel erwecken den Eindruck einer Graustufendarstellung. Anders bei Farbdisplay: Ein spezielles Design der Pixelstruktur (Bild 02) erlaubt es dennoch, vier unterschiedliche Graustufen oder Farbabstufungen pro Primärfarbe darzustellen. Jedes Pixel ist in zwei Subpixel mit unterschiedlichen Flächeninhalten unterteilt. Dadurch ist eine Gewichtung möglich, die unterschiedliche Intensitäten der Transmission oder Reflexion ermöglicht (Bild 03).



03

01 Funktionsprinzip MIP

02 Aufbau eines RGB-Pixels

03 Ansteuerung der Farbstufen

Vergleich konkurrierender Displaytypen MIP-STN-TFT

Parameter	MIP Sharp LS012B7DD06A	STN Data Image GM126401SFAYD	TFT Startek KD014QQTBN001
Beschreibung	1,19", 64 colour, 240 x 240	3,3", monochrom, 128 x 64	1,44", full colour, 128 x 128
Leistungsaufnahme	11 μ W (kein Update) 30 μ W (Update 1 Hz) 1200 μ W (Update 30 Hz) Kein Backlight (reflektiv)	Total ca. 1,6 W (180 cd/m ²) Logik 5 V x 3,8 mA = 0,19 W Backlight 4,2 V x 330 mA = 1,4 W	Total ca. 68 mW (140 cd/m ²) Logik 3,3 V x 1,2 mA = 3,96 mW Backlight 3,2 V x 20 mA = 64 mW
Kontrast	25:1	3:1	700:1
Blickwinkel/° (LRUD)	60 rundum (Kontrast = 2)	30/30/60/60 (Kontrast = 1,5)	60/60/30/60 (Kontrast = 10)
Farbraum (% NTSC)	18	-	40
Temperatur T_{op}	-20...+70 °C	-20...+70 °C	-20...+70 °C

ALLGEMEINE MERKMALE UND VERFÜGBARE DISPLAYS

Selbst im Vergleich zu einem STN-Display beträgt die Leistungsaufnahme nur 1/50. Die Technologie baut auf einem TFT mit CGS-Technologie auf, wobei die zugrundeliegende Display-Technologie TN ist, die im Vergleich mit anderen wie IPS mit wenig Energie auskommt. Der Kontrast ist besser als bei einem STN-Display, weil die Pixel nicht gemultiplext werden. Mit kurzen Schaltzeiten eignet sich ein MIP-Display für die Wiedergabe von Animationen und Video-Sequenzen. Das Interface ist einfach und zeitunkritisch und lässt sich daher von jedem Mikrocontroller ohne spezielle Hardwareunterstützung ansteuern.

MIP-Displays sind in monochromer Ausführung und als Farbdisplays mit 64 Farben verfügbar. Farbdisplays werden vielfach in „Wearable“ Applikationen eingesetzt und sind rund, während monochrome Versionen rechteckig sind, aber nicht unbedingt im Seitenverhältnis 4:3 geliefert werden. Die Diagonalen gehen von etwas mehr als 1" bis zu 4,4" und Auflösungen bis zu 500×300 . Grundsätzlich sind die Displays reflektiv oder schwach transmissiv ausgeführt, d.h. ohne Backlight, das in einem Display-System der größte Energieverbraucher ist. Die optischen Eigenschaften sind auf die Verwendung im Umgebungslicht abgestimmt; mit einem leicht transmissiven Polfilter lassen sie sich bei schwachem Auflicht mit einem Backlight mit niedriger Stromaufnahme ablesen. Durch den integrierten Speicher wird das Display quasi statisch angesteuert und muss nur bei einer Änderung des Inhalts aktualisiert werden.

VERGLEICH MIT ANDEREN DISPLAY-TECHNOLOGIEN

Um die Eigenschaften eines MIP-Farbdisplays gegenüber anderen Technologien bewerten zu können, wurden ein STN-Modul und ein TFT-Modul herangezogen. Da 100 % kompatible Module nicht zur Verfügung stehen, wurden relativ vergleichbare Module ausgewählt.

Bild 04 zeigt die Farbkoordinaten des MIP und des TFT im Vergleich. Zu beachten ist, dass das MIP im reflektiven Betrieb arbeitet und das TFT transmissiv mit LED-Backlight. Da MIPs ohne Backlight geliefert werden, ist hier nur der Farbort des Farbfilters dargestellt, die tatsächlich sichtbare Farbe hängt von der Überlagerung des Farbfilters mit dem Spektrum des Backlights oder Auflichts ab.

Glossar	
Aktiv-Matrix	Punktmatrix-Display, bei dem an den Kreuzungen von Zeilen und Spalten aktive Bauelemente, z. B. Transistoren, die Ansteuersignale verstärken
CGS	Continuous Grain Silicon; Silizium-Halbleiter-technologie als Trägermaterial für TFT-Displays. Silizium liegt hier in regelmäßiger statt amorpher Kristallstruktur vor.
MIP	Memory In Pixel; hier beschriebene Erweiterung der Aktiv-Matrix-Technologie um ein Speicher-element an der Kreuzung von Zeilen und Spalten
Passiv-Matrix	Punktmatrix-Display, bei dem die an den Kreuzungen von Zeilen und Spalten resultierende Differenzspannung Flüssigkristalle beeinflussen und damit Bildinhalte sichtbar machen
Reflektiv	Display-Aufbau, bei dem die Pixel im angesteuerten Zustand das einfallende Licht reflektieren und dadurch sich von denen im nicht angesteuerten Zustand unterscheiden
SPI	Serial Peripheral Interface; Schnittstelle, bei der die Daten seriell und durch einen Takt synchronisiert übertragen werden
STN	Super Twisted Nematic; üblicher Zellaufbau eines Passiv-Matrix LCDs; fortgeschritten Version von TN
TN	einfache Flüssigkristall-Technologie
TFT	Thin Film Transistor; gemeint sind Aktiv-Matrix-Displays, die auf einem Halbleitersubstrat anstelle eines mit ITO beschichteten Glases aufbauen
Transflektiv	Display-Aufbau, bei dem transmissive Anteile des Backlights und reflektive Anteile des einfallenden Lichts zusammenwirken
Transmissiv	Display-Aufbau, bei dem die Pixel im angesteuerten Zustand das Licht des Backlights (ggf. gefiltert durch den Farbfilter) von hinten nach vorne passieren lassen

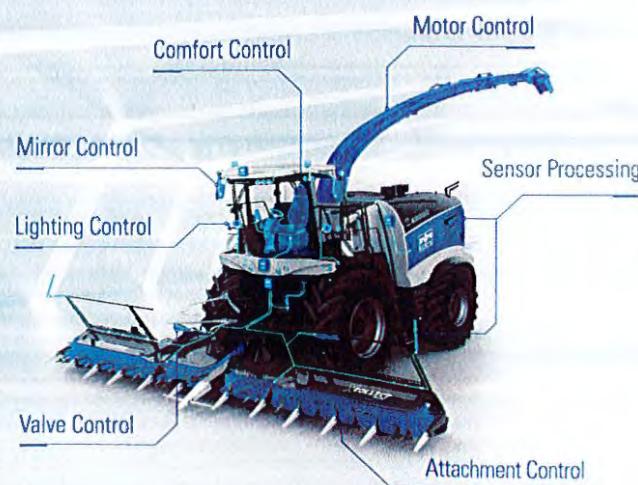
Quelle: HY-Line

Wir präsentieren unsere Produkthighlights

CAN I/O - CC16WP
32-Bit-Prozessor
6 Multifunktionseingänge
8 stromgeregelte PWM-Ausgänge

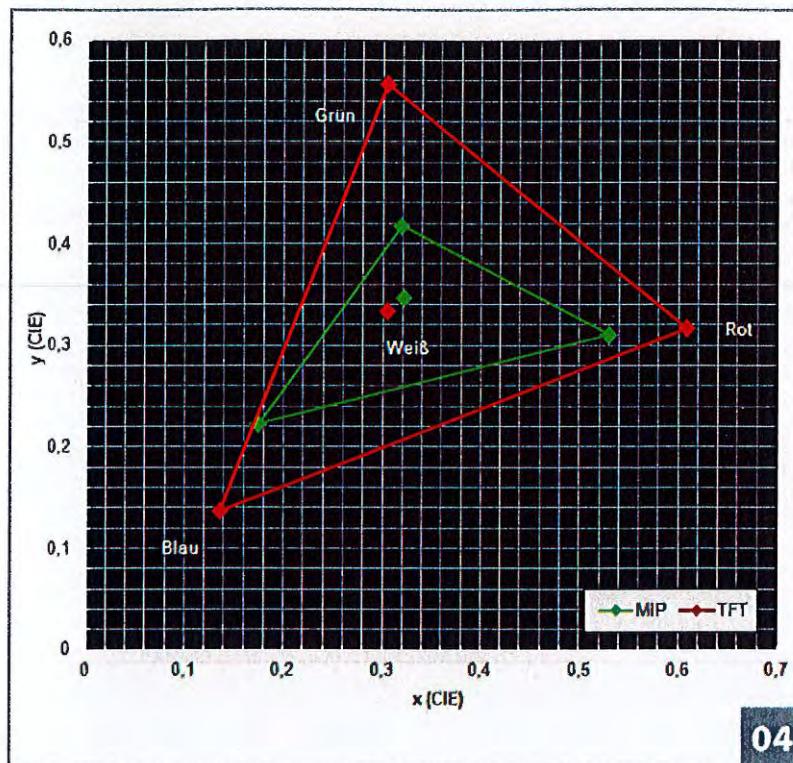
MicroPlex®

- Kleinste CAN-Steuerung
- Hohe Integrationsdichte
- CAN Wake-Up-Funktion

Steuern Sie Ihr Agrarfahrzeug!

Wir bieten Ihnen effektive Lösungen für Ihre Land-, Forst- und Erntemaschine.



04

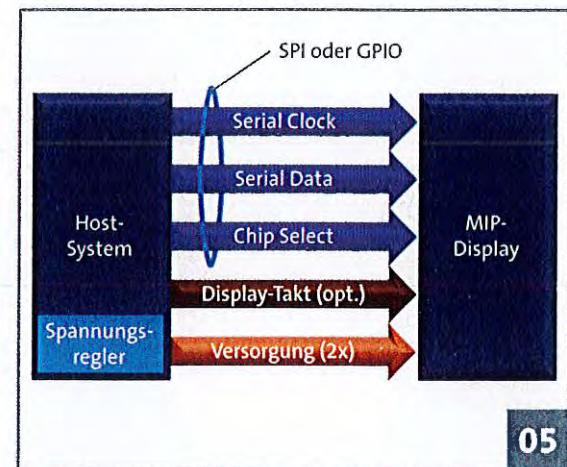
In der Tabelle auf S. 32 wurden beispielhafte Daten von auf verschiedenen Technologien basierenden Displays einander gegenüber gestellt. Betreibt man das STN-Modul nur reflektiv, d. h. ohne Backlight, ist die Stromaufnahme 190 mW, während sie beim MIP im schlechtesten Betriebsfall bei 1,2 mW liegt – ein Faktor von 150. Das Backlight des flächenmäßig ähnlichen TFTs ist sparsam, das Display lässt sich wegen seiner transmissiven Eigenschaft aber nicht ohne es betreiben. Alleine die Logik des TFTs benötigt den dreifachen Strom zum Betrieb. In den optischen Eigenschaften abgeschlagen liegt das STN-Display. Der Blickwinkel ist nur bei mäßigem Kontrast mit den anderen Displays vergleichbar. Bei der Leistungsaufnahme der Logik ist beim STN-Modul der Controller und der Framebuffer eingeschlossen, es braucht also wie das MIP im Gegensatz zum TFT nur einmalig beschrieben zu werden und stellt den Inhalt autark dar.

SYSTEMINTEGRATION UND ANWENDUNGSBEISPIELE

Da das MIP-Display die Informationen speichert, ist kein kontinuierlicher Refresh nötig, und die Daten können vom Timing her unkritisch über SPI oder eine Software-Schnittstelle an das Display übertragen werden. Dadurch eignen sich MIPs auch für leistungsschwache oder anderweitig ausgelastete Prozessoren (Bild 05).

In Hardware muss das Display mit zwei Spannungen für die Logik (3,3 V) und das Display selbst (5 V) versorgt werden. Da LCDs mit einer Wechselspannung betrieben werden müssen, um Elektrolysevorgänge innerhalb der Zelle auszuschließen, lässt sich ein Displaytakt (ca. 1 Hz) entweder über einen separaten Anschluss oder per Software erzeugen.

Potenzielle Anwendungen sind dort zu finden, wo Geräte aus leistungsschwachen Energiequellen versorgt werden müssen. Geringe Leistungsaufnahme bedeutet auch, dass Energiequellen mit limitierter Kapazität lange zur Versorgung eines MIP-Displays ausreichen. Aufgrund des reflektiven Betriebs mit leichter Transmissivität lässt sich ein Backlight temporär zur Beleuchtung im



05

04 Vergleich der Farbkoordinaten

05 Schnittstelle eines MIP-Displays

dunklen Umfeld zuschalten, im Normalfall jedoch ist das Display durch das Umgebungslicht ablesbar.

FAZIT

Die an Stelle eines Kondensators verwendete Speicherzelle erlaubt, den Leistungsbedarf des Displays zu reduzieren. Aufgrund der Reduktion der Framefrequenz lässt sich die Stromaufnahme bis auf wenige Mikrowatt reduzieren. Die Ansteuerung bleibt dabei einfach genug, um vom Systemprozessor nur eine niedrige Rechenleistung zu fordern. Monochrom- und Farbtypen ermöglichen einer Vielzahl an Applikationen, trotz beschränkten Energiebudgets ein Display zur Visualisierung einzusetzen. Die Ablesbarkeit des reflektiven Displays lässt sich bei Bedarf durch ein einfaches Backlight steigern.

Bilder: HY-Line Computer Components

www.hy-line.de

DIREKTER KONTAKT

Rudolf Sosnowsky
Technischer Leiter/
Chief Technology Officer
r-sosnowsky@hy-line.de