

FEHLERSUCHE WPC-FLIPPERELEKTRONIK

Fehler erkennen, Ursache lokalisieren und beseitigen

Ein Service von www.flippermarkt.de

Kapitel 7

Version 1.0 – 20.7.2006

Dot Matrix Display - DMD

© Jan Schaffer (buja85)

Der Inhalt dieses Dokuments ist urheberrechtlich geschützt. Seine Nutzung ist nur zum privaten Zweck zulässig. Jede Vervielfältigung, Vorführung, Sendung, Vermietung und/oder Leihe des Dokuments oder einzelner Inhalte ist ohne Einwilligung des Rechteinhabers untersagt und zieht straf- oder zivilrechtliche Folgen nach sich. Alle Rechte bleiben vorbehalten.

Vorbemerkungen und Inhalt

Anfang der 90er Jahre haben alle Flipperproduzenten bei neuen Produkten die Anzeige von Segmenten auf Punkte (Dots) umgestellt mit dem Ziel, außer Ziffern und teilweise mühsam konstruierten Buchstaben und Symbolen auch grafische Darstellungen zu ermöglichen.

Sie haben zu diesem Zweck von anderen Herstellern, nämlich Cherry, Babcock und Dale, komplette Display-Einheiten zugekauft und mussten sich alle an deren Spezifikationen, die sich nur marginal unterscheiden, halten.

Insofern kann dieses Kapitel auch für Besitzer von Flippern der Hersteller DE/Sega, Gottlieb, Capcom und Stern hilfreich sein, obwohl schaltungstechnische Realisierungen nur für WPC-Geräte abgehandelt werden.

Hinweis: Es wird in Kürze eine kleine Zusatzplatine verfügbar sein, welche vor die Datenleitung zum DMD-Panel gesteckt wird. Sie ermöglicht die Reduzierung der Einschaltdauer der Gaszellen bzw. LEDs und erlaubt zudem, für Testzwecke alle Pixel zu aktivieren.

Im Folgenden wird diese Platine mit **AUX-DMD-PCB** bezeichnet.

Die in diesem Kapitel mehrfach dargestellte Option, statt der Zündspannung die Einschaltdauer zu reduzieren, gilt nur, wenn diese Platine installiert ist.

Für den Fall, dass jemand die Platine selbst bauen will, ist der Schaltplan diesem Dokument beigelegt.

Inhalt	Seite
Panel und DMD, Plasma und LED, Kompatibilität	3
Grundsätzliches zur Funktionsweise	4
Zündspannung und andere Spannungen	5, 13
Spezifikationen der Panel- und IC-Hersteller	6
Alterung	7, 10
Änderung von Zündspannung / Einschaltdauer, Dimmen von LED-Panels	8
Ein Panel funktioniert in Flipper A einwandfrei, nicht jedoch in Flipper B	8
Es gibt ein neu entwickeltes DMD-Controller-Board	9
Stromverbrauch der Panels	9
Die Ladekondensatoren können Unheil anrichten	9
Fehlfunktionen	
Bedingt durch Alterung	10
Bedingt durch andere Funktionseinheiten	10
Bedingt durch Controller-Board oder Panel	
Symptome und Lokalisierung der Ursachen	11
Vorsicht beim Messen	12
Swappen von Panel und Controller-Board	14
Detaillierte Funktionsbeschreibung DMD-Panels	16
Das RAM auf dem Controller-Board	19, (15)
Messungen	
Mit Logikanalysator	20
Mit Oszilloskop	
An der Daten-Schnittstelle	23
Am Plasma-DMD	25
Panel defekt, Glas oder Ansteuerung?	26
Die Exoten	
Plasma-DMD-Panel 192x64	27
Plasma DMD-Panel 128x16	27

Anhang: Schaltplan Plasma-Panel (128x32) von Vishay Dale

Die komplette Display-Einheit wird als **DMD-Panel** oder auch kurz als **Panel** bezeichnet.

Es handelt sich dabei um eine Platine, auf der sich das Dot Matrix Display (**DMD**), also das Glas-Sandwich, und diverse ICs und sonstige Bauteile zur Ansteuerung desselben befinden.

Cherry hat die Produktion seit langem eingestellt. Babcock produziert zwar weiterhin, die Panels sind jedoch nur noch vereinzelt im Handel und zudem sehr teuer.

Dale wurde von der Firma Vishay aufgekauft, diese hat das Produkt (128 x 32) weiterhin im Angebot unter dem Markennamen Vishay Dale und der Produktkennung APD-128G032.

Die in Flippern eingesetzten Panels sind, mit Ausnahme RoHS-konformer Stern-Geräte, **Plasma-Displays**. Das Glas-Sandwich besteht aus zwei Glasplatten, zwischen denen kleine Zellen sitzen, die mit einem ionisierbaren Gemisch aus Edelgasen, meist Neon und Argon oder Xenon, gefüllt sind.

Wird an eine solche Zelle eine hinreichend hohe Gleichspannung gelegt, ionisiert das Gasgemisch und wird zu Plasma, das dann ultraviolettes Licht emittiert. Dieses wird über einen Leuchtstoff (Phosphor) in sichtbares Licht umgesetzt, die Zelle leuchtet, der Bildpunkt oder auch das **Pixel** ist zu sehen.

Jede Zelle ist mit zwei Elektroden ausgestattet, **Anode (+)** und **Kathode (-)**.

Das DMD, welches Gegenstand dieser Abhandlung und bei den meisten Flippern eingesetzt ist, besteht aus 4.096 Zellen, angeordnet als Matrix mit 128 Spalten und 32 Reihen.

Die Anoden aller Zellen in einer Spalte sind verbunden und als 128 Spaltenleitungen aus dem Glas geführt. Ebenso die Kathoden aller Zellen in einer Reihe, was zu 32 Reihenleitungen führt.

Diese **Plasma-DMD-Panels** werden mit einem Datenkabel (Flachband) und einem Stromversorgungskabel an die jeweiligen **Controller-Boards** angeschlossen.

Bei WPC-Geräten werden Stromversorgung und Logik von einem Controller-Board geliefert.

Bei Geräten anderer Hersteller kommen diese Ressourcen häufig von zwei Platinen, z.B. gibt es ein Board nur für die Stromversorgung, und die Logik wird vom CPU-Board geliefert.

Zum Panel gibt es aber immer nur die zwei genannten Kabelverbindungen.

Die Plasma-DMD-Panels aller Hersteller sind funktionsgleich, wenn es sich um DMDs mit 4096 Pixeln handelt und können an allen Flippern betrieben werden, für die solche(128x32) vorgesehen sind.

Die in dieser Abhandlung aufgeführten Daten zur Ansteuerung, insbesondere hinsichtlich Stromversorgung, beziehen sich nur auf diese Standard-Panels.

Auf kleinere (128x16) und größere (192x64) DMDs wird am Schluss dieses Kapitels kurz eingegangen.

Eine Plasmazelle ist durchaus mit einer Licht emittierenden Diode (LED) vergleichbar.

Und in der Tat gibt es inzwischen DMD-Panels, bei denen die Pixel nicht durch Gaszellen, sondern winzige LEDs ausgebildet sind.

Bei Stern-Geräten der jüngsten Generation (S.A.M), die für die EU bestimmt sind, befinden sich solche **LED-DMD-Panels** im Einsatz, da Plasmazellen nicht RoHS-konform sind. Bei diesen lässt sich ein geringfügiger Einsatz von Quecksilber für die Elektroden nicht vermeiden.

Vishay Dale bietet LED-DMD-Panels unter den Bezeichnungen LED-128G032 und LEE-128G032 an.

Auch die Firma PinLED.de stellt ein LED-DMD-Panel mit Matrix 128x32 her, Artikelnummer 20002.

Bei diesem, das zur Zeit bei RoHS-konformen Stern-Geräten eingebaut wird, besteht das DMD aus quadratischen Arrays zu je 16 Spalten und 16 Reihen (ob auch bei Vishay Dale, ist dem Verfasser nicht bekannt). Das Panel ist mit 16 dieser Arrays bestückt, 2 Reihen mit jeweils 8 Arrays, so dass sich insgesamt wieder 128 Spalten und 32 Reihen ergeben.

Diese LED-Panels sind eingeschränkt funktionskompatibel zu Plasma-Panels.

Ihr wesentlicher Vorzug besteht darin, dass die LEDs bei gleicher Einschaltdauer heller sind als Gaszellen.

Wird die Einschaltdauer soweit reduziert, dass die LEDs kaum noch leuchten, sind die LEDs noch alle sichtbar, während es bei Gaszellen frühzeitig zum Ausfall einzelner Pixel kommt.

Die Bandbreite der Helligkeit ist bei LEDs deutlich größer und erlaubt eine feinere Abstufung.

Software und Hardware wurden aber für Plasma-Panels entwickelt, so dass die Möglichkeiten der LEDs nicht ausgenutzt werden. Ihr abweichendes Verhalten wird deshalb zu einem Nachteil.

Die Anzeige ist bei maximaler Einschaltdauer zu hell. Und Kontraste kommen nicht so heraus, wie beabsichtigt, denn bei einer Reduzierung der Einschaltdauer werden Plasma-Pixel schneller dunkler als LED-Pixel. Deshalb ist eine volle Kompatibilität nicht gegeben.

Ein LED-Panel soll eine etwa um den Faktor 4 längere Lebensdauer haben als ein Plasma-Panel.

Ob dies zutrifft, kann erst die Zukunft zeigen und ist relativ unwichtig.

Denn für ein neues Plasma-Panel wird heute eine Lebensdauer von 20.000 bis 30.000 Betriebsstunden angegeben, was für einen Flipper in Privathand mehr als ausreichend ist.

Das von Plasma-Panels bekannte „Einbrennen“ von „Standbildern“ kann bei LED-Panels allerdings nicht auftreten. Auch „Plasmageräusche“, also das „Sirren“ der Zellen, besonders gealterter, wird man bei LEDs nicht hören.

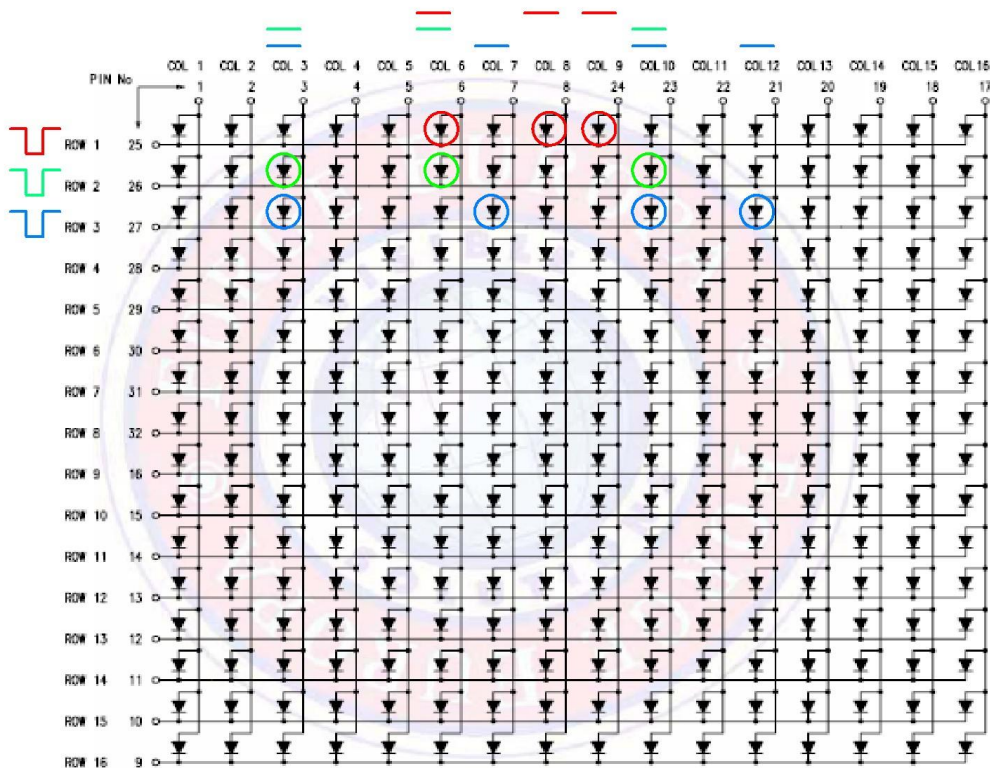
Von Vorteil ist, dass ein LED-Paneln nur eine Betriebsspannung von +5 V benötig.

Bei Stern-Geräten wird diese direkt zur Verfügung gestellt. LED-Panels, die als Ersatz von Plasma-Panels geliefert werden, haben Gleichrichtung und ein kleines Schaltnetzteil an Bord. Strom liefert der Trafo mit 9 VAC.

Auch der Stromverbrauch eines LED-Panels ist mit etwa 10 Watt geringer als der eines Plasma-Panels (ca. 17 Watt).

Funktionsweise und erforderliche Ansteuerung eines DMD, ob nun Plasma oder LED, wird anhand der nächsten Abbildung erläutert, die sich zum besseren Verständnis auf ein LED-DMD bezieht.

Bei den LED-DMDs spielt es keine Rolle, ob die Kathoden den Reihen und die Anoden den Spalten zugeordnet sind oder vice versa. Es gibt beide Ausführungen, sie unterscheiden sich in ihrer Ansteuerung. Wir sehen den Aufbau eines **16 x 16 LED- Arrays** der ersten Variante, weil hier der Stromfluss mit dem der Plasma-DMDs übereinstimmt.



LED-DMD: ©Forge Europe Ltd.

Der Betrieb erfolgt in einem Multiplex-Verfahren.

Zunächst werden die Spaltenleitungen aller LEDs, die in Reihe 1 leuchten sollen, mit +5 V beschickt.

Dann wird kurzzeitig Masse an die Reihenleitung 1 gelegt mit dem Ergebnis, dass Strom fließen kann und die rot markierten LEDs leuchten (ebenso kurzzeitig).

Dann werden die Spaltenleitungen aller LEDs, die in Reihe 2 leuchten sollen, mit +5 V beschickt.

Danach wird kurzzeitig Masse an die Reihenleitung 2 gelegt mit dem Ergebnis, dass die grün markierten LEDs leuchten.

Als dann kommt Reihe 3 dran, und so geht es weiter bis Reihe 32 (bei dem kompletten LED-DMD mit 16 Arrays liegt eines weitere darunter).

Und dann beginnt das Spiel wieder bei Reihe 1.

Dieser Zyklus läuft, wie wir später sehen werden, etwa 122 Mal pro Sekunde ab, das komplette Bild wird also mit einer Frequenz von ca. 122 Hz, die als **Refresh-Rate** oder auch **Scan-Rate** bezeichnet wird, permanent neu aufgebaut. Das menschliche Auge kann nicht erkennen, dass immer nur eine Reihe zur Zeit aktiv ist und nimmt das ganze Bild wahr. Die Ähnlichkeiten mit einem Fernsehgerät sind offensichtlich.

Bei einem LED-DMD der zweiten Variante, wie es von PinLED.de verwendet wird, sind alle Dioden andersherum gepolt, so dass eine Invertierung der Signale erforderlich ist. Die für die jeweilige Reihe relevanten Spaltenleitungen werden auf Masse gelegt, und durch die Reihen „wandert“ +5 V.

Die Ansteuerung eines Plasma-DMDs ist identisch mit der gezeigten LED-Version, allerdings benötigt ein Plasma-Panel mehrere Spannungen, davon einige in berührungsgefährlicher Größenordnung. Das Plasma-DMD selbst braucht, wie ein LED-DMD, nur eine Gleichspannung, allerdings im Bereich von 150 VDC bis 205 VDC, zum „Zünden“ der Zellen. Eine neue Zelle benötigt eine geringere Zündspannung als eine, die schon Jahre lang strapaziert wurde. Wir „arbeiten“ hier erst einmal mit 180 VDC.

Die ICs, welche die Anoden und Kathoden der Zellen schalten, komplizieren die Dinge wegen der hohen Zündspannung. Problematisch sind dabei die Anodentreiber.

Als Plasma-DMDs auf den Markt kamen, gab es nur ICs, deren PNP-Ausgänge maximal 90 VDC verkraften konnten. ICs für das Schalten der Kathoden waren dagegen mit ausreichender Spannungsfestigkeit verfügbar.

Wie hat man sich geholfen?

„Unsere“ 180 VDC sind (beispielsweise) aufgeteilt in +60 V (Anodenspannung) und -120 V (Kathodenspannung), jeweils bezogen auf Masse.

Daneben werden noch Versorgungsspannungen für die ICs auf dem Panel benötigt:

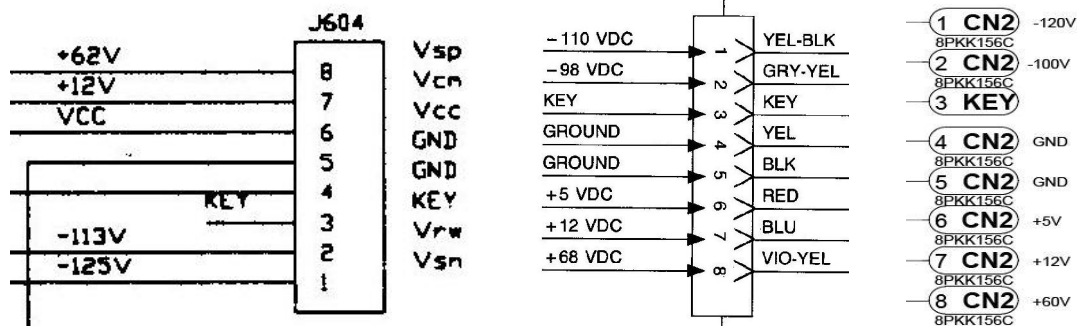
+ 5 V für die ICs, welche die Logikpegel umsetzen und bei den meisten Panels für deren Anodentreiber.

+ 12 V für die Kathodentreiber und noch einmal +12 V für die Anodentreiber auf den Panels, bei denen diese nicht mit +5 V versorgt werden.

Hier werden 2 separate Spannungen benötigt, da sie nicht das gleiche Bezugspotential haben, denn die Kathodentreiber schalten gegen -120 V, und ihre Versorgungsspannung muss daher +12 V gegen -120 V und somit -108 V gegen Masse betragen. Eine logische 1 wird vom Controller-Board durch Potential H, also +5 V geliefert. Potential H muss sich bei den Kathodentreibern natürlich auch auf -120 V beziehen, der Pegel wird deshalb auf den Panels durch geeignete Schaltungen umgesetzt.

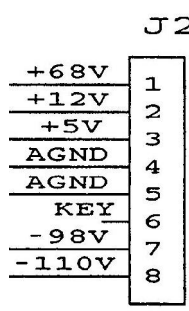
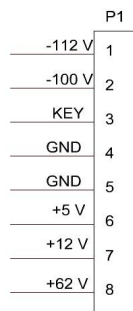
Nachstehend die Spezifikationen der DMD-Stromversorgungen von fünf Flipper-Produzenten:

WMS-WPC (ZS: 187 V) DATA-EAST (ZS: 178 V) STERN NEU (ZS: 180 V)



Gottlieb (ZS: 174 V)

Capcom (ZS: 178 V)



Capcom hat bei der Pin-Nummerierung auf der anderen Seite des Steckers begonnen.

Bei allen WPC95- und auch bei vielen WPC-Geräten (ab wann, ist ungewiss) wurden für die Kathodenspannung Dioden mit einer niedrigeren Zenerspannung eingesetzt, was zu einer Spannung von etwa -114 V führt. Die Schematics wurden hinsichtlich der Zenerdioden berichtigt, die angegebene Kathodenspannung aber leider nicht. Die Zündspannung beträgt also häufig nur 176 VDC.

Die Spannungen stimmen hinsichtlich +5 V, +12 V und der Differenz von 12 VDC zwischen Pin 1 und Pin 2 überein (bei Stern liegt hinsichtlich Pin 2 wohl ein Druckfehler vor, Messungen gegen Pin 1 haben jedenfalls +12 V gezeigt).

Dagegen weichen die Werte für die Kathodenspannung (Pin 1) und die Anodenspannung (Pin 8) ab. Das ist nicht weiter schlimm, denn es kommt auf die Zündspannung zwischen Pin 1 und Pin 8 an, die von 174 VDC bis 187 VDC reicht (ein übrigens zu stark eingeschränkter Bereich).

Anhand von Messungen und der Daten der Kathoden- und Anodentreiber, die später erläutert werden, sollte die Zündspannung in einem Bereich zwischen 165 VDC und 205 VDC liegen.

Wie diese Zündspannung durch Bestimmung der Kathoden- und Anodenspannung erreicht wird, ist fast beliebig. Allerdings **darf die Anodenspannung maximal +85 V betragen, sicherheitshalber sollten +80 V nicht wesentlich überschritten werden.**

Für die Versorgungsspannungen eines Plasma-DMD-Panels sind folgende Werte zulässig (bei Capcom die abweichende Pin-Nummerierung beachten!):

Pin 1 Kathodenspannung (VSN): -70 V bis -140 V gegen Masse.

Pin 2 Stromversorgung für den Kathodentreiber: +12 V +/- 10 % gegen Pin 1.

Pin 6 Stromversorgung für die Pegelumsetzer und die meisten Anodentreiber (VCC): +5 V +/- 3 % gegen Masse.

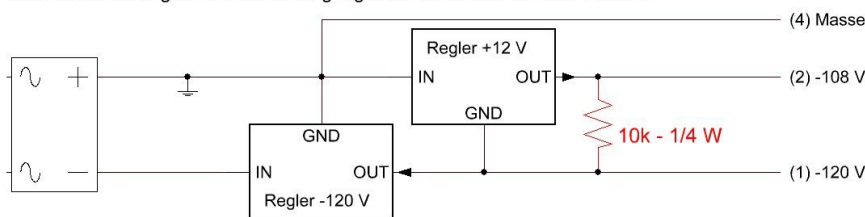
Pin 7 Stromversorgung für die übrigen Anodentreiber: +12 V +/- 10 % gegen Masse.

Pin 8 Anodenspannung: +25 V bis +80 V gegen Masse.

Hinsichtlich der Wahl von Kathoden- und Anodenspannung muss sichergestellt sein, dass sich eine Zündspannung zwischen 165 VDC und 205 VDC ergibt.

Bei abgezogenem DMD wird man übrigens nicht die (bei z.B. -120 V an Pin 1) -108 V an Pin 2 gegen Masse messen können, wenn man eine solch eigentlich sinnlose Messung denn vornehmen will. Die nachstehende Abbildung macht das deutlich.

Blockschaltbild negative Stromversorgung DMD-Controller- bzw. A/V-Board



Es werden +12 V gegen die -120 V stabilisiert. Da kann ein DMM nicht den korrekten Wert gegen Masse anzeigen, wenn kein Strom fließt.

Man müsste das Panel für eine korrekte Messung also aufstecken, was nicht in allen Fällen ratsam ist.

Abhilfe bringt der rot eingezeichnete Widerstand, den man bequem auf der Rückseite der Platine zwischen den Stecker-Pins unterbringen kann.

Diese Nachrüstung wird übrigens von Vishay Dale für die DMD-Stromversorgungen von Stern empfohlen. Auf die Werte der Zündspannung in Abhängigkeit von der Alterung des Panels kommen wir später zurück.

Und hier die Spezifikationen für zwei DMD-Plasma-Panels:

VISHAY DALE

STANDARD ELECTRICAL SPECIFICATIONS*					
DESCRIPTION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS
Logic Supply	V _{cc}	+ 4.5	+ 5.0	+ 5.5	VDC
Logic Current	I _{cc}	—	25	100	mADC
Anode Supply	V _{sp}	—	+ 75	+ 80	VDC
Anode Current (Fully Lit)	I _{sp}	—	200	250	mADC
Cathode Supply	V _{sn}	—	- 110	- 125	VDC
Cathode Current (Fully Lit)	I _{sn}	—	200	250	mADC
Cathode Control**	V _{rw}	+ 10.8	+12	+ 15	VDC
Cathode Control Current	I _{rw}	—	10	20	mADC
Total V _{sp} and V _{sn}	V _{tot}	170	185	205	VDC
Logic 1 Input	V _{ih}	2.0	—	—	VDC
Logic 0 Input	V _{il}	—	—	0.8	VDC

*Recommended operating voltages . All maximums are absolute maximum.

**V_{rw} is referenced to V_{sn}.

BABCOCK

Recommended Operating Conditions (Measured with all pixels lit.)

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Logic Supply Voltage	V _{cc}	4.75	5.0	5.25	Volts
Logic Supply Current	I _{cc}			50	mA
Column High Voltage Supply	V _{sp}	60.0	70.0	75.0	Volts
Column High Voltage Current	I _{sp}			200	mA
Row Drive Logic Supply	V _{rw}	V _{sn} +10.8	V _{sn} +12.0	V _{sn} +13.2	Volts
Row Drive Logic Supply Current				30	mA
Row Driver High Voltage Supply	V _{sn}	-100	-110	-120	Volts
Row Drive High Voltage Current	I _{sn}			230	mA

Abgesehen von den Bezeichnungen sind die Unterschiede marginal.

Wir befassen uns jetzt mit dem in den meisten Panels verwendeten **Kathodentreiber HV5222**.

Das IC hat 32 Ausgänge, so dass für die 32 Reihen auf allen Panels ein Exemplar eingesetzt ist.

Nachfolgemodelle weichen hinsichtlich der Daten nicht ab.

Als empfohlene Betriebsumgebung werden maximal 225 V empfohlen.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
V _{DD}	Logic supply voltage	10.8	12	13.2	V
HV _{OUT}	High voltage output	-0.3		225	V
V _{HI}	High-level input voltage	V _{DD} - 2V		V _{DD}	V
V _{LI}	Low-level input voltage	0		2.0	V
f _{CLK}	Clock frequency			8	MHz
T _A	Operating free-air temperature	Plastic	-40	+85	°C
		Ceramic	-55	+125	°C

Notes:

Insofern sind die von Vishay Dale und Babcock angegebenen Maximalwertetwas zu niedrig.

Bei den ersten Versionen der Babcock-Panels wurde das IC SN75558 von Texas Instruments verwendet, das elektrisch kompatibel ist, nicht jedoch hinsichtlich des Pin-Layouts.

Als **Anodentreiber** hat Babcock meist die ICs **HV5308** eingesetzt, deren Daten rechts aufgeführt sind.

Cherry benutzt auch die ICs **HV7708** und Vishay Dale die ICs **HV9308**.

Bei diesen beiden ICs ist **VDD mit +5 V** spezifiziert.

Die übrigen Daten sind identisch.

Konsequenterweise werden

diese ICs auf den Panels über Pin 6 mit +5 V versorgt. Pin 7 ist bei diesen Panels nicht angeschlossen.

HV5308 und HV9308 haben jeweils 32 Ausgänge, so dass für die 128 Spalten 4 Exemplare auf dem Panel benötigt werden. HV7708 hat dagegen 64 Ausgänge, so dass 2 Exemplare ausreichen.

„Absolut Maximum Ratings“ für Vpp, also die Anodenspannung, ist übrigens für alle ICs mit +90 V angegeben.

Hersteller der mit „HV“ beginnenden „Hochspannungs-ICs“ ist die Firma Supertex.

Recommended Operating Conditions

(over -40 to 85°C for plastic and -55°C to 125°C for ceramic)

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V _{DD}	Logic Voltage Supply	10.8	13.2	V
V _{PP}	High Voltage Supply	8.0	80	V
V _{IH}	Input HIGH Voltage	V _{DD} -2	V _{DD}	V
V _{IL}	Input LOW Voltage	0	2	V
f _{CLK}	Clock Frequency	0	8	MHz

Note:

Unter Berücksichtigung dieser Daten liegen wir mit einem Grenzwert von 205 V für die Zündspannung gut im erlaubten Bereich.

Der Verfasser hat diverse Panels mit ansteigender Zündspannung versorgt und den Stromverbrauch gemessen, dabei waren jeweils alle 4096 Pixel aktiviert.

Die nachstehenden typischen Werte beziehen sich auf den Zeitpunkt, zu dem alle Pixel gleichmäßig leuchteten.

Vashay Dale, neu

150 VDC, 62 mA.

Bei einer weiteren Erhöhung der Spannung wurden die Pixel ab 165VDC nicht mehr erkennbar heller. Bei 190 VDC flossen 130 mA, bei 205 VDC 170 mA.

Cherry, mittlere „Ausgasung“.

190 VDC, 120 mA.

Cherry, starke „Ausgasung“.

205 V, 155 mA..

Babcock, leichte „Ausgasung“.

175 VDC, 105 mA.

Der von den Panel-Herstellern angegebene Maximalwert von 200 mA bzw. 250 mA, für den die Stromversorgungen bei den Flippern ausgelegt sind, wurde auch bei Anhebung der Zündspannung auf unseren Grenzwert von 205 VDC bei weitem nicht erreicht, so dass dieser Wert auch unter diesem Aspekt vertretbar ist.

Bei den Spezifikationen von Vishay Dale werden 185 VDC als Zündspannung empfohlen.

In den WPC-Schematics ist der Wert mit 187 VDC noch höher angegeben (tatsächlich sind es meist 176 VDC).

Neue Plasmazellen würden mit etwa 165 VDC auskommen. Durch eine höhere Zündspannung wird die Alterung der Zellen zunächst soweit abgefangen, dass der Betrachter des DMD davon nichts merkt. Die Zeit, bis die Pixel langsam dunkler werden und dann einige gar nicht mehr zünden, wurde so verlängert, dies jedoch zu Lasten einer schnelleren Alterung der Zellen.

Zur Alterung:

Es ist nicht etwa so, dass im Laufe der Zeit das Gas aus einzelnen Zellen entweicht. Allenfalls wird das Glas-Sandwich undicht, und dann ist das Gas komplett verschwunden.

Vielmehr ermüden die Elektroden, und wäre nicht ein wenig Quecksilber dabei, würde diese Alterung sehr viel früher eintreten. Durch diese Abnutzung kann zusätzlich das Gasgemisch in den Zellen verunreinigt werden. Zudem wird das Leuchtmittel schwächer.

Man kann hier und da lesen, dass gealterte Panels zu viel Strom ziehen und sie schon aus diesem Grund rechtzeitig erneuert werden sollten. Dies ist nicht der Fall, sondern auch so eine hier und da kolportierte Flipper-Legende. Tatsächlich sinkt der Zündstrom bei zunehmender Alterung, die anderen Ströme ändern sich nicht.

Je geringer die Spannung an den Zellen ist, um so weniger Strom fließt, was Elektroden wie Leuchtmittel gleichermaßen schont.

Bei Einsatz eines neuen Plasma-Panels kann es durchaus sinnvoll sein, die Zündspannung auf etwa 165 VDC zu senken durch Reduzierung der Anoden- oder Kathodenspannung. Dazu muss allerdings bei den Original Controller-Boards eine Zenerdiode ausgetauscht werden.

Ist ein DMD dann so weit gealtert, dass einzelne Pixel schwächeln oder gar nicht mehr leuchten, wird die Zündspannung in mehreren Schritten erhöht, bis der Maximalwert von 205 V erreicht ist. Auf diese Weise kann die Lebensdauer der Zellen deutlich verlängert werden.

Bei den WPC-Controller-Boards muss für Änderung der Anodenspannung Zenerdiode D3 gewechselt werden, deren Zenerspannung in der Dokumentation mit 62 V angegeben ist.

Für die Kathodenspannung sind die in Reihe geschalteten Zenerdioden D4 und D5, jeweils spezifiziert mit 62 V bzw. 56 V, zuständig. Durch die Reihenschaltung ergibt sich als gesamte Zenerspannung der jeweils doppelte Wert.

Bei den A/V-Boards ist die Schaltung für die Stromversorgung identisch, die in Reihe geschalteten Zenerdioden für die Kathodenspannung haben dort jedoch die Bezeichnungen D1 und D18.

Nach Änderung der Zündspannung muss diese durch Messung geprüft werden, bevor ein Panel aufgesteckt wird.

Den gleichen Effekt wie bei Reduzierung der Zündspannung erreicht man durch **Verkürzung der Einschaltdauer (ED)**.

Wir kennen diesen Begriff aus den Kapiteln „Spulen“ und „Lampenmatrix“.

Bei letzterer werden Glühlampen, welche für 6 Volt ausgelegt sind, mit 18 V betrieben.

Natürlich nicht kontinuierlich, sondern gepulst. Beim DMD verhält es sich ähnlich.

Wir erinnern, dass während eines Refresh-Zyklus immer nur eine von 32 Reihen aktiv ist.

Die ED der Zellen beträgt also nur ca. 3 %. Bei 100 % würden sie Schaden nehmen.

Eine weitere Verkürzung muss sich auf die Zellen also in gleicher Weise auswirken wie eine Senkung der Zündspannung.

Seitens der Panel-Hersteller ist das auch vorgesehen. Die Gaszellen bzw. LEDs werden ausgeschaltet, wenn das Signal Display_Enable Potential L führt. Leider haben die Flipper-Hersteller die Länge dieses Signals auf ihren Controller-Boards fest eingestellt.

Bei Einsatz des im Vorwort erwähnten **AUX-DMD-PCB** lässt sich dieses Signal jedoch über ein Poti bequem stufenlos verkürzen, so dass keine Bauteile ausgetauscht werden müssen.

Zudem kann man genau den Punkt erwischen, wo die Pixel beginnen, dunkler zu werden. Das ist bei neuen Zenerdioden ohne langwierige Experimente nicht möglich.

LED-Panels müssen auf diese Weise nicht geschont werden. Da geht es vielmehr um eine Reduzierung der Leuchtstärke, weil sie häufig als zu hell empfunden wird. Die Veränderung der LED-Versorgungsspannung kommt nicht in Betracht, weil die ICs auf dem Panel aus der gleichen Quelle gespeist werden.

Bei Einsatz des AUX-DMD-PCB können diese Panels jedoch beliebig gedimmt werden.

Ist diese Zusatzplatine im Einsatz, kann man erwägen, die Zündspannung auf ihren Maximalwert einzustellen, die Einschaltdauer entsprechend zu reduzieren und bei Bedarf wegen Alterung dann nachzuregeln.

Warum kommt es immer wieder vor, dass ein Plasma-Panel, welches an Flipper A schwächelt oder gar nicht funktioniert, an Flipper B einwandfrei arbeitet und umgekehrt?

Dafür gibt es mehrere Gründe:

1. Die Controller-Boards liefern unterschiedliche Zündspannungen. Abgesehen davon, dass schon die Sollwerte bei den Flipperherstellern unterschiedlich sind, könnten bereits Zenerdioden gewechselt oder schon vom Hersteller andere eingebaut worden sein als die in den Schematics aufgeführten.

Zudem zeigen die Zenerdioden selbst Abweichungen von ca. +/- 5 %. Somit wäre es reiner Zufall, zwei Controller-Boards zu finden, welche exakt die gleiche Zündspannung liefern.

2. Bei den Anodentreibern hatten wir gesehen, dass die meisten +12 V an Pin 7 nicht benötigen.

Fehlt diese Spannung, macht es einem solchen Panel nichts aus, ein Babcock-Panel z.B. wird dagegen dunkel bleiben.

3. Schließlich gibt es eine Version der Babcock-Panels, bei denen Pin 2 nicht angeschlossen ist, weil die Versorgungsspannung für den Kathodentreiber auf dem Panel erzeugt wird. Liegt an Pin 2 nicht die korrekte Spannung an, ist dies für ein solches Panel irrelevant, für ein anderes jedoch fatal.

Für die Controller-Boards von WPC-Geräten (nicht WPC95) gibt es inzwischen eine Alternative, bei der die Zündspannung über Schalter eingestellt werden kann.

Die Firma PinLED.de, welche als Lieferant von LED-DMD-Panels hier schon erwähnt wurde, bietet diese Alternative als neu entwickeltes DMD-Controller-Board an.

Bei der Kathodenspannung geht es bis -126 V (viel mehr gibt die Wechselspannung des Trafos auch nicht her).

Bei der Anodenspannung aber nur bis +62 V, während +80 V wünschenswert und problemlos möglich wären. Denn so beträgt die Zündspannung maximal 188 V.

Der Hersteller wurde darauf hingewiesen. Ob und wann er da etwas ändert, ist ungewiss.

Man kann sich aber selbst helfen, in dem man den Widerstand R13 (3,9 k Ω , 2 Watt) durch einen mit 5 k Ω , 2 Watt ersetzt. Dann reicht die Anodenspannung bis gut +78 V, und der wünschenswerte Maximalwert der Zündspannung von 205 VDC ist fast erreicht.

Einschränkung: Diese Platine ist nicht für Panels des Herstellers Babcock geeignet, weil sie nicht genug Versorgungsstrom für deren Kathodentreiber nebst vorgeschaltetem Optokoppler liefern kann.

Im Übrigen wird das Design dem anerkannten Stand der Technik gerecht.

Beim Hochspannungsteil sind moderne Regler mit mehr als ausreichender Leistung im Einsatz, die in bestimmtem Umfang sogar kurzschlussfest sind.

Positiv fällt weiterhin auf, dass für alle Spannungen LEDs vorhanden sind.

Die gesamte Logik, für die auf den Originalplatinen gut zwei Dutzend ICs werkeln, wurde in ein einziges PLD gepackt. Dadurch sieht die Platine zwar etwas ärmlich aus, aber dadurch sollte man sich nicht irritieren lassen.

Es ist eine Frage des persönlichen Geschmacks, ob man alte Gerätschaft durch Reparatur in ihrem Originalzustand belässt oder neue Baugruppen einsetzt. Der Verfasser vermeidet letzteres.

Ein technischer Laie, der Fehler, insbesondere in der Logik, nicht einmal lokalisieren, geschweige denn reparieren kann, sollte jedoch durchaus erwägen, ein defektes Controller-Board durch die hier vorgestellte Neuentwicklung zu ersetzen.

Zum Stromverbrauch der Panels: Die gemessene Höhe des Zündstroms wurde bereits erwähnt, maximal ca. 170 mA bei 205 V Zündspannung.

Die übrigen gemessenen Werte sind in der Tabelle rechts aufgeführt. Sie sind unabhängig von der angelegten Zündspannung. Bei den Messungen waren jeweils alle 4096 Pixel aktiv.

	Cherry	Babcock	Vishay Dale
+5 V (Pin 6)	8 mA	4 mA	20 mA
+12 V Anodentreiber (Pin 7)	0 mA	6 mA	0 mA
+12 V Kathodentreiber (Pin 2)	2,5 mA	10 mA	5,8 mA

0 mA bei Cherry und Vishay Dale

haben ihre Ursache natürlich darin, dass Pin 7 bei deren hier gemessenen Panels nicht angeschlossen ist, deren Anodentreiber werden mit +5 V über Pin 6 versorgt, wie bereits erwähnt.

Der Stromverbrauch der ICs auf den Panels ist sozusagen kaum der Rede wert.

Da wir gerade bei Spannung und Strom sind:

Wenn das Controller-Board ohne Last, also mit abgestecktem Panel, unter Strom stand, entladen sich die **Ladekondensatoren** für Kathoden- und Anodenspannung nach Ausschalten des Flippers nur sehr langsam.

Vor Ausbau des Controller-Board sollte man deshalb etwa 5 Minuten warten und dann sicherheitshalber noch die Pins 1 und 8 am Stecker für die Stromversorgung zur vollständigen Entladung überbrücken.

Die Logik-Bausteine auf dem Board könnten sonst beschädigt werden, wenn man es z.B. auf eine leitende Fläche legt oder anderweitig eine der hohen Spannungen auf eine Logikleitung gelangt.

Nach diesen Einführungen kommen wir nun zu **Fehlfunktionen**.

Zu unterscheiden ist dabei zwischen solchen, die plötzlich aufgetreten sind und anderen, die sich über einen längeren Zeitraum entwickelt haben.

Letztere sind auf **Alterungen** zurückzuführen, und mit diesen befassen wir uns zunächst.

Alle elektronischen Bauelemente altern und erreichen dann irgendwann im Rahmen ihrer Umgebungsbedingungen nicht mehr die für sie spezifizierten Werte. Führt das zu Fehlfunktionen, kann das betroffene Bauelement, meist ein Gleichrichter oder ein Ladekondensator, relativ einfach erneuert werden.

Beim Glas-Sandwich am DMD-Panel muss dagegen bei hinreichender Ermüdung die komplette Einheit ersetzt werden. Bei einem DMD mit Drahtanschluss kann zwar ein neues aufgelötet werden. Bei 160 Lötstellen ist das ein mühseliges Unterfangen. Im Hinblick auf den geringen Preisunterschied zwischen Glas-Sandwich und komplettem Panel wird man sich wahrscheinlich für letzteres entscheiden. Bei DMDs mit Folienanschluss ist das wohl ohnehin die einzige Möglichkeit.

Hinsichtlich der Leuchtkraft müder Gaszellen kann eine Erhöhung der Zündspannung oder Einschaltdauer zunächst Abhilfe schaffen.

Leider neigen solche Zellen auch zu Plasmageräuschen, was sich durch ein unangenehmes „Sirren“ bemerkbar macht.

Nach Kenntnisstand des Verfassers gibt es dagegen kein Mittel.

Neben den eigentlichen Zellen altert jedoch auch das Leuchtmittel, was sich darin äußert, dass Muster eingebrannt erscheinen.

Einbrennungen entstehen dadurch, dass das Leuchtmittel einzelner Zellen sehr viel stärker beansprucht wird als das anderer, was bei „Standbildern“ der Fall ist.

Bleibt ein Flipper nach Einschalten z.B. mit der Meldung CHECK FUSES stehen, und bleibt er in diesem Zustand einige Tage eingeschaltet, wird alsbald ein entsprechendes Muster eingebrannt sein.

Bei einigen Flippern wird das Display im Attract-Modus überwiegend von einem Pixel-Muster beherrscht, so z.B. beim TAF. Auch das führt zum Einbrennen.

Vorbeugen ist besser als Heilen, so auch hier:

1. Bei einem neuen bzw. neuwertigem Panel kann die Zündspannung oder Einschaltdauer herabgesetzt werden.
2. Ein Flipper sollte im Attract-Modus nicht unnötig lange eingeschaltet bleiben.

Dann kommen wir jetzt zu Fehlfunktionen, die nicht durch das Panel und auch nicht unbedingt durch das Controller-Board verursacht werden.

Das ist dann der Fall, wenn auch andere Funktionseinheiten des Flippers gestört sind.

In solchen Fällen sollte mit der Fehlersuche nicht im Display-Bereich begonnen, sondern der Fehler hinsichtlich der verursachenden Funktionseinheit zunächst lokalisiert werden.

Da kommen neben dem CPU-Board alle in Betracht, welche mit den gleichen Datensignalen versorgt werden wie das Controller-Board und somit natürlich auch dieses

Sollte letzteres der Fall sein, kann der Experte die betroffenen Signale möglicherweise mit einem Oszilloskop orten. Auf Verdacht erneuert man auf dem Controller-Board die ICs U1, U12 und U22.

Beim A/V-Board führen die Signale direkt an den bereits erwähnten WPC-Chip, der mangels Verfügbarkeit leider nicht ausgewechselt werden kann.

Bevor es auf der nächsten Seite mit detaillierten Empfehlungen zur Fehlersuche weitergeht, noch ein Hinweis auf den DMD-Test:

Wenn das DMD noch halbwegs tut, was es soll, kann dieser bei der Eingrenzung der Fehlerursache hilfreich sein.

Auch ohne Fehlfunktionen sollte man diesen Test hin und wieder aufrufen, weil dabei auch das RAM (auf dieses wird später eingegangen) geprüft wird und Fehler gemeldet werden. Diese müssen sich nicht immer sofort auswirken. Sie sind aber ein sicheres Zeichen dafür, dass solches alsbald der Fall sein wird.

Die am häufigsten auftretenden **Symptome** bei Fehlfunktionen lassen sich wie folgt gliedern:

1. Das DMD bleibt komplett dunkel.
2. Alle Pixel auf dem DMD leuchten kontinuierlich.
3. Einzelne Spalten oder Reihen bleiben dunkel, im Übrigen funktioniert das DMD jedoch einwandfrei.
4. Eine Gruppe von 32 oder 64 Spalten bleibt dunkel oder leuchtet permanent.
5. Einzelne Pixel leuchten nicht (beim DMD-Test flächig, wenn alle Pixel leuchten sollten). Oder Pixel leuchten mit stark unterschiedlicher Helligkeit. Oder sie sind insgesamt zu dunkel.
6. Grafiken werden in halbhellen Bereichen nicht komplett dargestellt.
7. Auf dem DMD erscheinen unsinnige Muster, allerdings in normaler Helligkeit.
8. Das Bild „flackert“ und/oder es liegen oder laufen Streifen vertikal, horizontal oder diagonal über das Bild.
9. Es leuchten in willkürlicher Anordnung Pixel überhell.
10. Die Anzeige setzt intermittierend komplett aus.

Als möglichen **Ursachen** bzw. Bereiche, in denen diese gesucht werden müssen, kommen in Betracht:

1. Flachbandkabel. Über diese werden ausschließlich logische Signale transportiert. Eins verbindet das Panel mit dem Controller-Board. Zwei weitere verbinden das Controller-Board mit dem CPU-Board. Bei WPC-Geräten (nicht WPC95) versorgt eines dieser Flachbandkabel auch das Soundboard und Fliptronicboard.
2. Stromversorgungskabel. Eins verbindet das Panel mit dem Controller-Board. Ein weiteres führt die Wechselspannung, aus der die Zündspannung hergeleitet wird, vom Trafo auf das Controller-Board. Und ein drittes +5 V und +12 V vom PDB auf das Controller-Board.
3. HV-Bereiche auf dem Controller-Board: Gealterte Ladekondensatoren für Anoden- oder Kathodenspannung.
4. HV-Bereiche auf dem Controller-Board: Defekte Sicherung, gebrochene Lötverbindungen oder defekter Baustein (dann meist mehrere).
5. Die +12 V (Pin 7) fehlen.
6. Zu niedrige Zündspannung oder Einschaltdauer.
7. Zu stark gealtertes DMD.
8. Bei WPC-Geräten (nicht WPC95): Defektes Soundboard oder defektes Fliptronicboard, wodurch die beim Controller-Board ankommenden Signale gestört werden.
9. Gebrochener Spalten- oder Reihenanschluss am DMD (Glas-Sandwich).
10. Defektes Bauteil auf dem CPU-Board bzw. Kontaktproblem beim WPC-Chip (ASIC).
11. Defektes Bauteil im Bereich der Logik auf dem Controller-Board.
12. Defektes Bauteil auf dem Panel.
13. Defektes DMD (Glas-Sandwich).

Welche Ursachen in der Regel zu welchen Symptomen führen, geht aus der folgenden Tabelle hervor.

Symptom	Mögliche Ursache												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	x	x		x	x	x	x	x			x	x	x
2											x	x	
3									x				
4												x	
5			x			x	x						
6			x			x	x						
7	x							x		x	x	x	
8	x		x					x		x	x	x	
9	x	x		x				x		x	x	x	
10	x	x											

Diese Zuordnung ist nur eingeschränkt hilfreich, wenn außer dem DMD auch andere Komponenten der Elektronik Fehlfunktionen zeigen.

Die Wahrscheinlichkeit einer der möglichen Ursachen zu einem Symptom hängt natürlich davon ab, ob der Fehler aus heiterem Himmel oder nach einer bestimmten Aktion aufgetreten ist. Erfolgte dies z.B. nach einem Transport oder nach Aus- und Wiedereinbau einer Platine, wird man sich zunächst den Kabeln und ihren Steckverbindungen widmen.

Ist der Fehler langsam entstanden, also zunächst kaum wahrnehmbare Unterschiede in der Helligkeit, bis dann einige Pixel gar nicht mehr leuchten, ist eher die Alterung des DMDs als Ursache anzunehmen.

Ohne DMM sind die Möglichkeiten zur Eingrenzung einer Fehlerursache stark eingeschränkt. Man wird zunächst die zu Ursache 2 beschriebenen Stromversorgungskabel prüfen, sie von den einzelnen Stifteleisten abziehen und wieder aufstecken, das mehrmals.

Alsdann kommen die **Flachbandkabel** an die Reihe, und diese Prozedur gilt natürlich auch für die Besitzer eines DMM.

Welche betroffen sind, wurde zu Ursache 1 erwähnt.

Bei ausgeschaltetem Gerät werden nacheinander alle Kabelenden von den Stifteleisten gezogen und wieder aufgesteckt, das mehrmals.

Leider kann man sie nicht nur falsch herum, sondern auch horizontal wie vertikal versetzt aufstecken. Da gibt es weder eine Führung, noch eine Codierung. Besondere Sorgfalt bei dieser Aktion ist deshalb erforderlich. Beim Soundboard und Fliptronicboard bleiben sie zunächst abgezogen, denn ein Defekt auf einem dieser Boards kann auch die Ursache der Störung sein.

Bringt das keine Abhilfe, werden die Kabel nacheinander um 180 Grad gedreht aufgesteckt.

Bleibt auch dies erfolglos, setzt man testweise die Kabel eines baugleichen Flippers ein, so ein solcher vorhanden ist. Denn auch ein Flachbandkabel selbst kann defekt sein, meist dort, wo es in die Kupplung eingepresst wurde.

Funktioniert das DMD bei abgezogenem Sound- und Fliptronicboard und fällt es beim Zustecken eines der beiden aus, ist die Fehlerursache gefunden. Man wechselt dann auf dem betroffenen Board alle ICs, die an diesem Bus hängen, wenn man nicht Experte ist und die gestörten Signale mit einem Oszilloskop lokalisieren kann.

Ohne DMM kommt man nur bei Symptom 3 und 4 weiter, das Panel ist der Übeltäter.

Bei Nr. 4 ist der zuständige Anodentreiber defekt und muss erneuert werden.

Bei Nr. 3 kann ein Ausgang des Kathodentreibers oder einer bei den Anodentreibern bzw. der Vorwiderstand dort defekt sein, was äußerst selten auftritt. Um das durch Messungen zu verifizieren, benötigt man ein Oszilloskop.

In den meisten Fällen aber ist eine Verbindung zwischen Panel-Platine und DMD gebrochen. Besonders häufig tritt dies bei DMDs der ersten Baureihen auf. Bei diesen sind die Spalten- und Reihenanschlüsse über Drähte aus dem Glas geführt, welche, rechtwinklig abgebogen, in die Panel-Platine eingelötet sind. Mit einer ordentlichen Lupe kann man eine solche Bruchstelle erkennen. Meist befindet sich diese direkt am Glas. Man muss dann zunächst ein Stück vom Glas vorsichtig „wegdremeln“ (oder anderweitig eine Kerbe herstellen), bis ein Stück von dem Anschluss blank offen liegt.

Eine Lötverbindung kann hier nicht hergestellt werden.

Die Bruchstelle kann jedoch mit silberhaltigem Zweikomponentenkleber auf Epoxidbasis überbrückt werden.

Bei der Auftragung muss darauf geachtet werden, nicht versehentlich Verbindungen mit den benachbarten Anschlüssen herzustellen.

Derartige Reparaturen haben sich als dauerhaft stabil bewährt.

Da solche Drahtbrüche durch mechanische Beanspruchung (wohl nicht nur bei Einsatz in Flippern) häufig auftraten, haben alle Panel-Hersteller die Verbindung zwischen Glas und Platine geändert. Die Drähte wurden durch zwei flexible Folien mit integrierten Leiterbahnen ersetzt. Nach dieser Modifikation können solche Unterbrechungen eigentlich nicht mehr auftreten. Und wenn doch, bleibt es der eigenen Phantasie und dem eigenen Geschick überlassen, ob und wie das repariert werden kann.

Für weitergehende Fehlersuche ist zunächst das **Messen von Spannungen** erforderlich, dabei ist **äußerste Sorgfalt geboten**.

Zwischen der unstabilisierten Anoden- und Kathodenspannung liegen ca. 250 VDC! Das ist eine lebensgefährliche Größenordnung.

Die drei Kühlbleche sollten durch Kreppband o.ä. so abgeklebt und isoliert werden, dass man nicht mit ihnen in Berührung kommt. Diese Kühlbleche führen die unstabilisierten Hochspannungen.

Wenn man mit geerdetem Handgelenkband ohne Schutzwiderstand arbeitet, setzt es bei Berührung einer dieser Kühlbleche einen ordentlichen Flicker, **der keinesfalls als ungefährlich bezeichnet werden kann**. Ohne Erdung ist es gleichermaßen unangenehm und gefährlich, wenn man mit der anderen Hand an Massepotential kommt, kann aber bei den Halbleitern keinen Schaden anrichten.

Was aber sehr wohl der Fall ist, wenn man mit der anderen Hand den Pin eines ICs oder anderweitig eine Logik-Leitung berührt. Der dann durch den Körper fließende Strom reicht aus, um Schäden im Bereich der Logik anzurichten, die verheerend sein können.

Auch ein Abrutschen der Messspitzen kann schlimme Folgen für die Elektronik haben.

Und noch ein wichtiger Hinweis:

Niemals das Stromversorgungskabel für das Panel bei eingeschaltetem Gerät abziehen oder aufstecken.

Es werden jetzt die **Versorgungsspannungen für das Panel** an Stecker J604 des Controller-Boards überprüft, zunächst bei abgezogenem Panel.

Hier noch einmal die zulässigen Werte:

Pin 1: -70 V bis -125 V gegen Masse, typisch -114 V.

Pin 2: +12 V +/- 10 % **gegen Pin 1**.

Pin 6: +5 V +/- 3 % gegen Masse.

Pin 7: +12 V +/- 10 % gegen Masse.

Pin 8: +25 V bis +80 V gegen Masse, typisch +62 V.

Dabei ist zu beachten, dass die Zündspannung, also die zwischen den Pins 1 und 8, mindestens 165 VDC betragen muss und maximal 205 VDC betragen darf. Als typischer Wert ergeben sich meist um die 176 VDC.

Sind die Werte in Ordnung, wird die Messung bei aufgestecktem Panel wiederholt.

Zeigen sich dabei Abweichungen in einer Größenordnung, dass Werte aus den Spezifikationen laufen, kann ein defektes Panel zu viel Strom ziehen, was aber selten auftritt. Vielmehr muss man dann den zuständigen HV-Bereich reparieren, wie gleich beschrieben wird.

Die +5 V an Pin 6 und die +12 V (+12 V Power) an Pin 7 kommen vom PDB.

Sollten sie fehlen oder nicht in korrekter Höhe vorhanden sein, liegt es meist an der Steckverbindung auf einer der beiden Platinen (J606 und J117 bzw. J101 bei WPC95) oder am Kabel selbst.

Bei den +12 V können auch D7 oder R7 (bei WPC95 D4 und R24) defekt sein.

Zudem kann +12 V Power auf dem PDB fehlen, z.B. bei durchgebrannter Sicherung. Dann funktionieren zwar auch die Optos im System nicht, aber davon merkt man nichts, wenn das Display nach Einschalten dunkel bleibt.

Wenn die Stromversorgung defekt ist, werden meist unzulässige Werte im **Hochvoltbereich** gemessen.

Fehlt die Anodenspannung (Pin 8), kann der stark belastete Widerstand R11 (bei WPC95 R28) defekt oder eine seiner Lötungen gebrochen sein. Das ist als erstes zu prüfen, weil es häufig vorkommt.

Als nächstes wird Sicherung F601 geprüft. Ist sie defekt, wird sie ersetzt, wobei ihr Wert **maximal 0,5 A** betragen darf, wenn der vorgeschriebene Wert von 3/8 A nicht verfügbar ist.

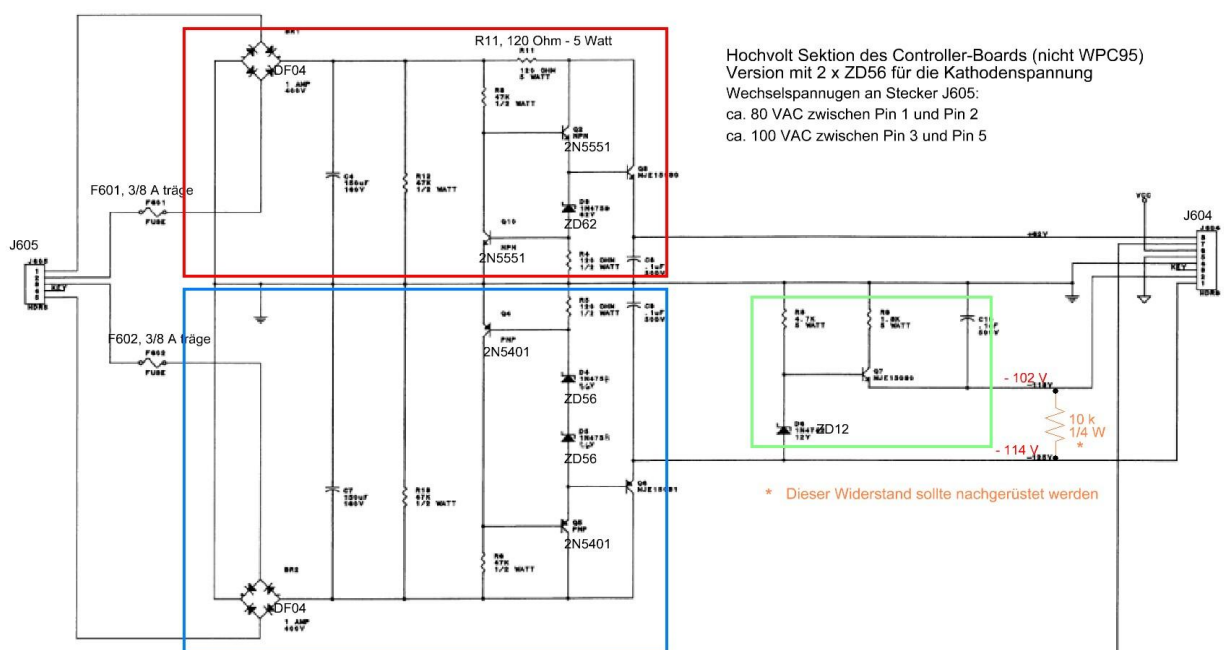
Flitzt die neue Sicherung gleich wieder, **sollten zumindest alle für diese Spannung zuständigen**

Halbleiter ersetzt werden, wenn nicht eine schadhafte Lötstelle als Ursache ausgemacht werden kann.

Vor Einsatz der neuen Halbleiter werden die passiven Bauelemente durch Messungen geprüft und defekte ebenfalls ersetzt. Auf dem nächsten Bild sind alle für diese Spannung relevanten Bauteile durch das rote Rechteck umfasst. Der Experte kann natürlich versuchen, defekte Bauteile auszumessen und die Erneuerung auf diese dann beschränken.

Die gleiche Prozedur ist erforderlich, wenn F601 in Ordnung ist und die Wechselspannung in korrekter Höhe bei J605 ankommt (fehlt diese, hat es an J605 ein Kontaktproblem oder ein Kabel ist auf der Strecke zum Trafo unterbrochen). Theoretisch kann natürlich auch die Sekundärwicklung der Trafos defekt sein).

Auch wenn an Pin 1 zwar eine Spannung gemessen wird, diese aber nicht der Spezifikation entspricht, wird in gleicher Weise vorgegangen.



Zu diesem Ausschnitt des WPC-Controller-Boards müssen die Original-WPC-Schematics hinzugezogen werden, da er wegen der schlechten Vorlage ziemlich schwer zu entziffern ist. Bei einem A/V-Board ist dies zudem schon deshalb erforderlich, weil die Schaltung dort zwar identisch ist, die Bauteile jedoch anders nummeriert sind. In den Original WPC-Schematics fehlen für einige Halbleiter die Produkt-Bezeichnungen. Diese wurden in dem Ausschnitt durch solche handelsüblicher Halbleiter ergänzt. Zudem wurde der Druckfehler hinsichtlich der Kathodenspannung berichtigt.

Liegt an Pin 1 nicht die korrekte Kathodenspannung an, ist analog vorzugehen. Die hier relevanten Bauelemente sind von dem blauen Rechteck umfasst.

Liegt der an Pin 2 gemessene Wert nicht bei +12 V +/- 10 %, werden die durch das grüne Rechteck umfassten Bauelemente erneuert.

Wenn die Platine zum Löten ausgebaut wurde, sollte der rot eingezeichnete Widerstand eingefügt werden. Er kann auf der Rückseite der Platine zwischen Pin 1 und Pin 2 von J604 angeschlossen werden.

Liegen die Spannungen in den angegebenen Bereichen und liegt ein Symptom vor, wie zuvor unter Ziffern 5 und 6 beschrieben, sind Zündspannung oder Einschaltdauer zu niedrig und können erhöht werden, wenn dies noch möglich ist.

Welche Zenerdioden zu wechseln sind, wurde bereits auf Seite 8 beschrieben und geht zudem aus der Abbildung auf der vorigen Seite hervor.

Wegen der Wichtigkeit hier nochmals der Hinweis:

Die Anodenspannung an Pin 8 darf keinesfalls den Wert von +85 V überschreiten.

Sonst werden die Anodentreiber auf dem Panel zerstört. Und wenn diese mit +5 V versorgt werden, kann es auf diese Spannung durchschlagen und katastrophale Auswirkungen auf die gesamte Elektronik des Flippers haben.

Können Kabel und Stromversorgung als Ursache ausgeschlossen werden, muss ermittelt werden, ob Panel oder dessen Ansteuerung defekt ist.

Ist ein weiterer Flipper mit kompatibelem Panel vorhanden, wird dessen Panel angeschlossen, **nachdem sichergestellt wurde, dass das Controller-Board alle Spannungen in korrekter Höhe liefert.**

Je nach Ergebnis steht fest, wo der Defekt liegt.

Dazu folgende Hinweise:

1. Ein defektes Controller-Board kann ein intaktes Panel beschädigen, wenn die Versorgungsspannungen nicht im spezifizierten Bereich liegen.

2. Ein defektes Panel kann ein intaktes Controller-Board beschädigen, und nicht nur dieses, sondern auch Bauelemente auf anderen Platinen.

Deshalb niemals ein suspektes Panel in einen intakten Flipper stecken, sondern das intakte Panel in den defekten Flipper, wobei zuvor die Spannungswerte der Stromversorgung geprüft wurden.

Ist ein baugleiches Gerät nicht vorhanden, müssen die zum Panel gehenden Datensignale mit einem Oszilloskop gemessen werden. Wie diese Signale aussehen müssen, wird später beschrieben.

Eine winzige Chance besteht noch, dies zu vermeiden:

Es kann, wie bei einigen Symptomen aus der Tabelle ersichtlich, ein Kontaktproblem beim WPC-Chip auf dem CPU-Board bestehen.

Dieser wird vorsichtig nachgedrückt oder besser: Wenn man einen PLCC-Extraktor besitzt, wird das IC vorsichtig aus der Fassung gezogen und wieder eingesetzt. Das natürlich bei ausgeschaltetem Gerät.

Ein defektes Panel kann zwar repariert werden, wenn die Zellen noch in Ordnung sind und es sich nicht um die Cherry-Version handelt, bei der die Bestückungsseite innen liegt und deshalb nicht zugänglich ist.

Gleichwohl ist das eine mühsame Prozedur, die fundierte Elektronikkenntnisse voraussetzt.

Die Halbleiter sind auf dem Markt schwer zu finden. Die veröffentlichten Schematics stimmen häufig nicht mit der tatsächlichen Schaltung des defekten Panels überein, denn die Produkte unterlagen mehreren undokumentierten Versionsänderungen.

Zudem muss eine Vorrichtung zum Löten und Entlöten von SMDs vorhanden sein.

Wenn die Ansteuerung als defekt identifiziert wurde, kommen Controller-Board (meistens) und CPU-Board (selten) in Betracht.

Ist ein hinsichtlich der Panel-Ansteuerung baugleicher Flipper vorhanden, baut man dessen Controller-Board ein und weiß danach, wo weiter zu suchen ist.

Wenn die Fehlerursache auf das Controller-Board eingegrenzt werden konnte und dort alle Spannungen in korrekter Höhe anstehen, ist relativ häufig das RAM dort der Übeltäter (U24, bei WPC95 U25). Es ist ein statisches CMOS-RAM 8k x 8.

Sollte die Anzeige noch entziffert werden können, erhält man beim DMD-Test einen Fehlerhinweis.

Aber auch eine Erneuerung auf Verdacht ist den Versuch wert.

Das RAM ist unter verschiedenen Bezeichnungen im Handel, z.B. HM6264.

Bei WPC95-Geräten ist dies fast die letzte Chance, denn Messen hilft da nicht viel weiter.

Die gesamte Logik zur Ansteuerung des Panels ist auf den A/V-Boards in einen weiteren WPC-Chip gepackt, an dem es nichts zu reparieren gibt und der nirgendwo mehr erhältlich ist.

Arbeitet dieser Chip nicht korrekt, funktioniert übrigens auch der Sound meistens nicht.

Wenn da nicht eine Leiterbahn-Unterbrechung oder -Überbrückung oder eine gebrochene Lötstelle vorliegt, hilft nur ein neues A/V-Board (welches allerdings nur noch schwer zu beschaffen ist).

Bei den anderen WPC-Geräten geht es jetzt um die Datensignale, die ein Panel für eine korrekte Funktion erwartet.

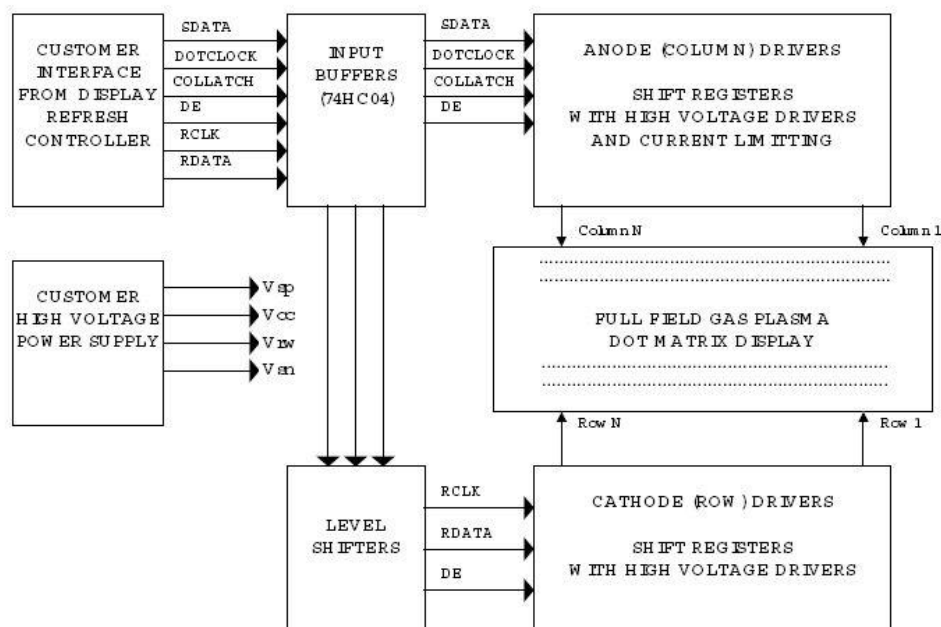
Ohne hinreichenden Elektronikkenntnisse oder dann, wenn ein geeignetes Oszilloskop nicht zur Verfügung steht bzw. nicht bedient werden kann, sollte jetzt erwogen werden, die auf Seite 9 vorgestellte Neuentwicklung von PinLED.de einzusetzen.

Detaillierte Funktionsbeschreibung von DMD-Panels.

Die Datenschnittstelle zwischen Controller-Board und Panel ist bei allen Standard-Panels die gleiche, ob Plasma oder LED.

An dieser Schnittstelle gemessenen Signale müssen für jeden Flipper zutreffen, bei dem ein solches Panel im Einsatz ist. Die Spezifikationen stammen von den Panelherstellern und sind identisch.

Wir sehen zunächst ein schematisches Diagramm aus der Babcock-Dokumentation, das auch auf die Panels anderer Hersteller zutrifft, wenngleich die Namen der 6 Datensignale geringfügig differieren.



Auf **SDATA** werden nacheinander die 128 Bits bereitgestellt, welche mit **DOTCLOCK** einzeln in das Spalten-Schieberegister geschoben werden. Alsdann werden sie mit **COLLATCH** in die Anodentreiber gehoben, wo sie bis zum nächsten COLLATCH stabil verbleiben.

DE (Display-Enable) schaltet mit Potential H die Ausgänge der Anodentreiber frei, so dass die Anodenspannung an allen Spalten anliegt, deren Pixel in der selektierten Reihe leuchten sollen. In die zugehörigen Positionen des Schieberegisters wurde zuvor eine logische 1 (Potential H) geschafft.

RDATA steht zu Beginn eines Scan-Zyklus auf H, und dieses H wird mit **RCLK** durch das Schieberegister der Kathodentreiber geschoben.

Es läuft also exakt so ab, wie auf Seite 4 für ein LED-DMD beschrieben.

Auf der nächsten Seite sind zur weiteren Verdeutlichung das Verfahren und das Timing aus der Dokumentation von Vishay Dale dargestellt.

APD-128G032

Vishay Dale



PIN DESCRIPTION			
P1 - POWER CONNECTOR			
AMP #640445-8 or equivalent. Mates with AMP 640428-8, MOLEX 09-50-3081 or equivalent.			
PIN	SIGNAL	DESCRIPTION	
1	V _{sn}	Cathode supply	
2	V _{rw}	Cathode control	
3	KEY	Used to key connector	
4	GND	V _{sn} and V _{sp}	
5	GND	V _{cc}	
6	V _{cc}	Logic supply	
7	NOT USED		
8	V _{sp}	Anode supply	
P2 - DATA CONNECTOR			
AMP #103309-2 or equivalent. Mates with AMP 746195-2, MOLEX 39-27-1146 or equivalent.			
PIN	DESCRIPTION	PIN	DESCRIPTION
1	DISPLAY ENABLE	2	GROUND
3	ROW DATA	4	GROUND
5	ROW CLOCK	6	GROUND
7	COLUMN LATCH	8	GROUND
9	DOT CLOCK	10	GROUND
11	SERIAL DATA	12	GROUND
13	No connect	14	GROUND

INTERFACE SIGNAL DESCRIPTION

DOT CLOCK - This signal enters the SERIAL DATA on each low to high transition. A total of 128 DOT CLOCK transitions must be present for each line of column/anode data.

SERIAL DATA - This signal presents the pixel data in positive logic format. A logic one represents a lit pixel and a logic zero represents an extinguished pixel. Data is entered from right to left. The first pixel data entered will represent the left most pixel in the row.

COLUMN LATCH - This signal latches the pixel data into the driver outputs. When the COLUMN LATCH signal goes to logic one the data entered previously will fall through to the driver outputs. When the signal returns to a logic zero the data is latched and the shift register is now ready to accept the next row of data. Must be held low while entering new SERIAL DATA.

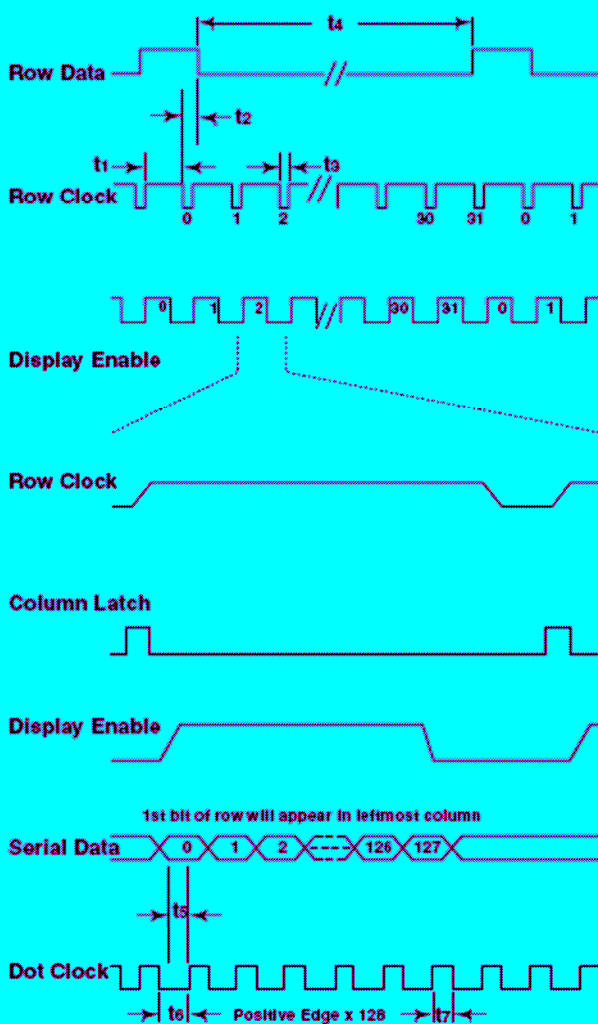
DISPLAY ENABLE - This signal enables the output drivers. Using a duty cycle control, this signal may also be used for intensity control. The DISPLAY ENABLE must be at logic zero before the COLUMN LATCH signal transitions. To avoid display blurring, the ROW CLOCK signal should also transition while DISPLAY ENABLE is a logic zero.

ROW DATA - This signal is the first line marker for the scan. This input should be held high to correspond to the first row of pixel data.

ROW CLOCK - This signal clocks ROW DATA on the falling edge. The ROW CLOCK signal is repetitive and must be present for proper scanning of the display module.

The APD-128G032 has an unique input protection circuit that assures the column drivers stay blanked on power up. The protection circuit unblanks the column drivers when the ROW CLOCK signal begins (i.e the display begins scanning.)

LOGIC AND DATA TIMING

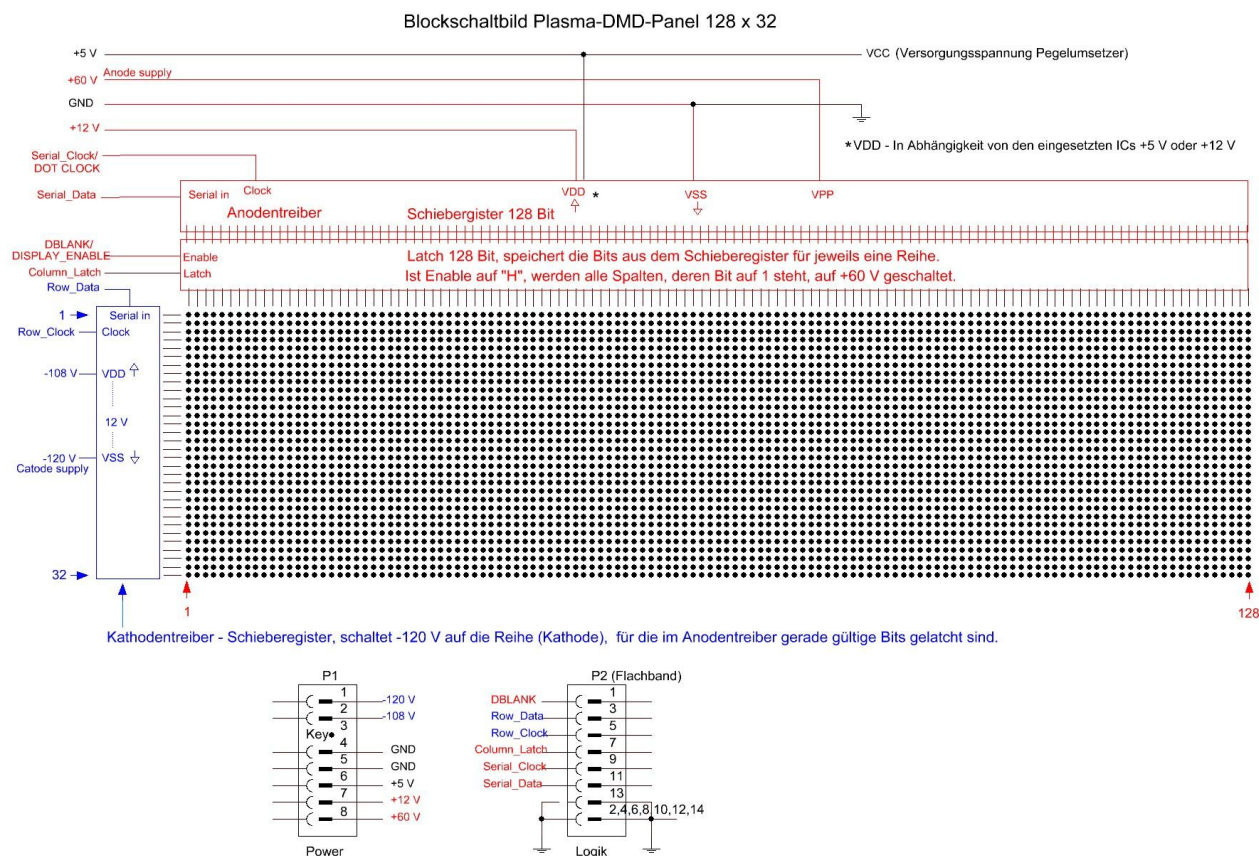


PARAMETER	MINIMUM	TYPICAL	MAXIMUM	UNITS
t_1	100	-	-	nS
t_2	5	-	-	uS
t_3	1	-	-	uS
t_4	-	70	200	Hz
t_5	25	-	-	nS
t_6	75	-	-	nS
t_7	75	-	-	nS

ORDERING INFORMATION

DESCRIPTION	PART NUMBER
Display, Driver Electronics and TTL Interface	APD-128G032
Data Connector Kit	280105-05
Power Connector Kit	280108-12
DC/DC Converter Assembly	280961-03

Die wesentlichen Komponenten eines Plasma-Panels zeigt die folgende Abbildung.



Das blaue Schieberegister besteht mit Ausnahme uralter Babcock-Panels immer aus dem IC HV5222. Das rote hingegen, je nach Panel-Hersteller, aus 4 ICs zu je 32 Bit (HV5308) oder 2 ICs zu je 64 Bit (HV 7708).

Diese ICs beinhalten auch die Latches, die im Blockschaltbild zur besseren Übersicht als separate Einheiten gezeichnet sind.

Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Transistoren und ICs zur Invertierung und Pegelanpassung logischer Signale sind nicht aufgeführt.

Die kompletten Schaltpläne der Panels von Cherry und Babcock finden sich bei den WPC-Schematics und meist auch bei der Dokumentation anderer Hersteller. Zu beachten ist dabei, dass es unterschiedliche Versionen des gleichen Herstellers gibt, die sich hinsichtlich der eingesetzten Bauelemente unterscheiden. In den Dokumentationen der Flipperproduzenten ist nicht unbedingt der Schaltplan des jeweils vorliegenden Panels enthalten.

Ein Schaltplan der Panels von Vishay Dale ist diesem Kapitel als Anhang beigelegt.

Wenngleich schon mehrfach beschrieben, hier noch einmal in Kürze:

Die 128 Bits (1 = Pixel an, 0 = Pixel aus) für Reihe 1 werden in das rote Spalten-Schieberegister geschoben und dessen Ausgänge danach in das Latch gehoben, welches über alle Ausgänge, für die eine 1 gespeichert ist, +60 V an die Anoden aller Zellen der Spalten legt, sobald und so lange das Signal Display_Enable Potential H führt. Der gleiche Vorgang wird für Reihe 2 wiederholt. Während dieser Zeit wird vom blauen Reihen-Schieberegister -120 V an die Kathoden aller Zellen in Reihe 1 gelegt, so dass dort alle vom Programm gewünschten Pixel leuchten. Danach ist Reihe 3 dran, während die Bits für diese Reihe in das Spalten-Schieberegister geschafft werden, liegen am den Ausgängen des Latches stabil die Bits für Reihe 2 an, deren Kathoden von dem blauen Schieberegister mit -120 V versorgt werden, so dass jetzt die Pixel in Reihe 2 im gewünschten Muster leuchten.

Während die selektierten Pixel für eine Reihe leuchten, werden die Bits für die nächste Reihe in das Spalten-Schieberegister geschoben.

Und so geht es weiter bis zur Reihe 32, danach wird der ganze Zyklus ab Reihe 1 wiederholt.

Durch das Reihen-Schieberegister wird schliche eine „1“ geschoben, so dass dessen Ausgänge nacheinander die Reihen scharf machen, also mit -120 V beschicken.

Alle auf dem DMD anzuzeigenden Daten sind im Game-ROM auf dem CPU-Board hinterlegt in Worten zu 8 Bit.

Wie gelangen diese in die Spalten-Schieberegister des Panels?

Zentraler Baustein ist das schon erwähnte RAM auf dem Controller-Board, das eine Kapazität von 64 Kilobit (8k x 8) hat, logisch aufgeteilt in 16 Seiten (Pages) zu je 4.096 Bit.

In jede dieser Seiten passen alle Bits für eine komplette DMD-Anzeige.

Die CPU lädt die 4.096 Bits in die erste Seite, dies mit einem Takt von 2 MHz. Sobald die ersten 8 Bits geladen sind, gibt sie diese frei. Die Logik des Controller-Boards lädt diese in ein Schieberegister, aus dem sie dann seriell in das Panel geschoben werden.

Nur während dieses Clocks (1 μ S) wird der Datenbus des RAMs für das Schieberegister freigegeben.

Danach ist das RAM wieder für die CPU zum Schreiben verfügbar, so dass sie mit dem Füllen der Seiten fortfahren kann, unterbrochen vom Laden der jeweils nächsten 8 Bit in das Schieberegister. Immer wenn so 128 Bit ins Panel geschafft sind, werden sie aus den dortigen Spalten-Schieberegistern in die Latches gehoben, und die für diese 128 Pixel zuständige Reihe wird scharf gemacht.

Bei Grafiken müssen Pixel meist mit unterschiedlicher Intensität leuchten.

Die CPU lädt in solchen Fällen das Bild in wenigstens zwei Seiten.

Soll ein Pixel in voller Intensität leuchten, ist sein Bit in beiden Seiten gesetzt, bei (theoretisch) halber Intensität nur in einer. Die Seiteninhalte werden dann abwechselnd in das Panel geschoben, so dass alle Pixel, deren Bits in der zweiten Seite nicht gesetzt sind, wegen der halben Einschaltdauer dunkler sind.

Bei feinerer Unterteilung sind weitere Seiten erforderlich.

Auch bei einem gewünschten Blink-Effekt bietet sich an, die Bilder in zwei Seiten zu hinterlegen, wobei in einer Seite die zu den blinkenden Pixeln gehörigen Bits nicht gesetzt sind. Diese Seiten werden dann ebenfalls abwechselnd für das Panel herangezogen, allerdings erfolgt der Seitenwechsel in größeren Abständen, sonst würde der Bereich halbhell dargestellt, statt zu blinken.

Schließlich gibt es Grafiken, die blinkende Bereiche und solchen mit reduzierter Helligkeit enthalten.

So kommen schon einige Seiten zusammen.

Messungen mit Logikanalysator

Es wurden nach Anschluss eines LED-Panels einige Messungen durchgeführt. LED, weil es bei Plasma für Messungen direkt am DMD wegen der hohen Spannungen, eine davon sogar negativ, einiger externer Pegelumsetzungen bedurft hätte, um die Signale auf einem Logikanalysator darzustellen.

Das Panel wurde mit folgendem Bitmuster versorgt:



An D0-D5 liegen die bereits beschriebenen 6 Datenleitungen der Schnittstelle.

D9 hängt am IC-Ausgang für Spalte 81 des LED-DMD.

Und D6 - D8 an den IC-Ausgängen für die Reihen 1, 12 und 32 des LED-DMD.

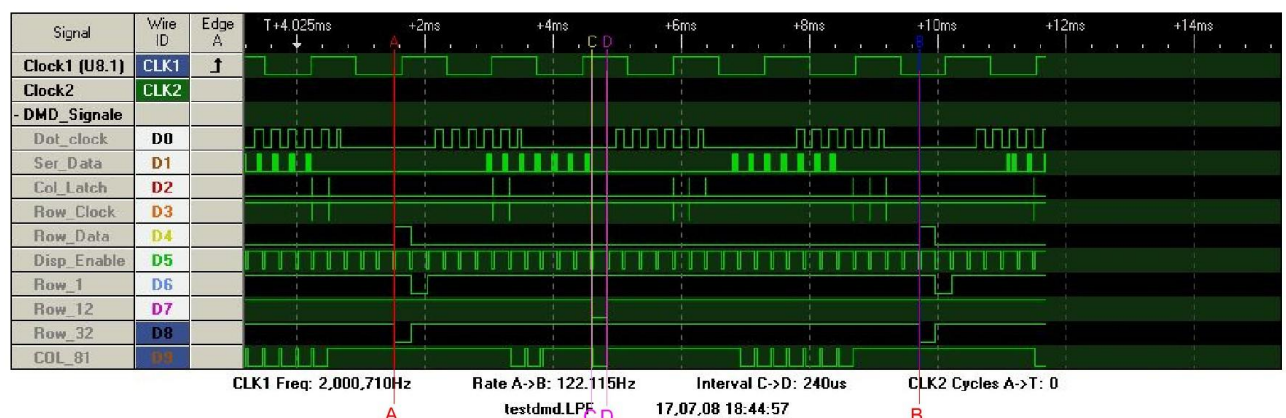
Es ist zu beachten, dass die Reihen an den Anoden und die Spalten an den Kathoden liegen.

Die Signale sind also gegenüber einem Plasma-Panel invertiert.

Leider hat der Verfasser die PODs für die Reihen nicht an die Drain-Anschlüsse der FETs gehängt, sondern versehentlich an die Gate-Anschlüsse. **Somit erscheinen die Row-Signale invertiert.**

Da nach Kenntnis dieses Umstandes die Row-Signale richtig interpretiert werden können, hat der Verfasser auf die Wiederholung der Messungen verzichtet.

Die erste Messung zeigt auf der Strecke AB einen kompletten Scan-Zyklus.



Dabei interessieren uns jetzt nur diese Strecke und die Signale ab Disp_Enable abwärts.

Es ist gut zu beobachten, wie die „1“, die zu Beginn des Zyklus bei Row_Data anliegt, durch die Reihen geschoben wird (leider wegen des Fehlers beim Messaufbau in invertierter Form dargestellt).

Es scheint so, als würde das Reihen-Schieberegister durch Disp_Enable geclockt. Tatsächlich erfolgt dies durch Row_Clock. Dieses Signal geht für sehr kurze Zeit auf „H“, während Disp_Enable auch auf „H“ steht.

Da zur Darstellung der jetzt interessierenden Signale die Abtastrate des Logik-Analysators sehr niedrig eingestellt werden musste, wurde Row_Clock nur ausnahmsweise und zufällig eingefangen.

Zwischen den Messpunkten A und B zählen wir erwartungsgemäß 32 Impulse von Disp_Enable. Ebenso können wir ablesen, dass diese Periode mit einer Frequenz von **122,115 Hz** auftritt.

Das ist, wie bereits ausgeführt, die **Refresh Rate** oder auch **Scan Rate**.

Zwischen C und D wurde die Dauer eines der Reihensignale gemessen, die mit 240 µS angezeigt wird.

Während dieser Zeit werden, wie wir hoffentlich erinnern, die Bits für die nächste Reihe in das Spalten-Schieberegister geschoben.

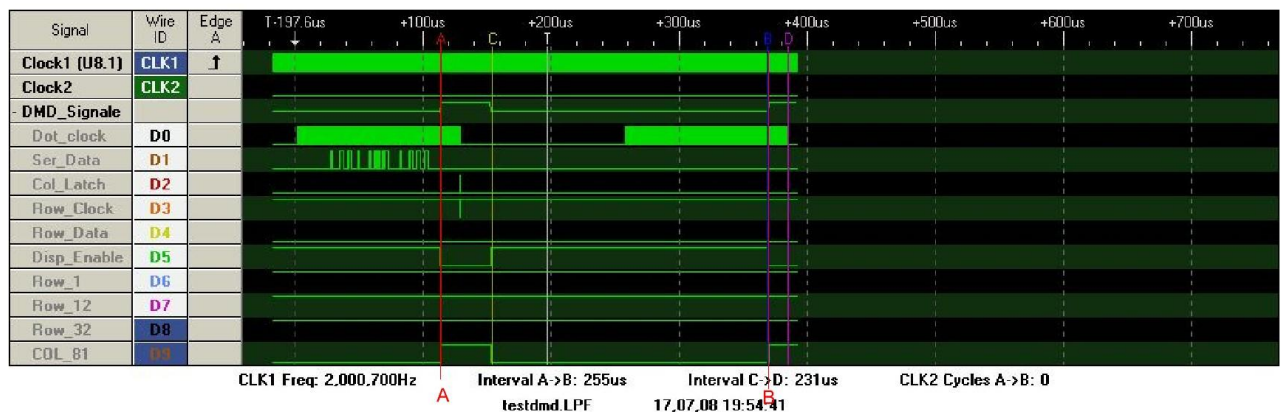
Wir sehen, dass auf dieser Messstrecke die Signale am DMD für Spalte 81 und Reihe 12 gleichzeitig „aktiv“ sind. Es leuchtet also der untere linke Pixel vom „S“.

Das Spaltensignal steht auf „L“, es wird ja gerade gegen Masse geschaltet.

Das Reihensignal auch auf „L“, invertiert dargestellt wegen des beschriebenen Missgeschicks.

Bei Col_81 sehen wir links von diesem Ereignis die beiden Bits für die Pixel einige Reihen oberhalb und rechts die 7 Bits für das „F“ einige Reihen unterhalb.

Bei der folgend abgebildeten Messung wurde die Abtastrate erhöht.



Den zuvor genannten Intervall von 240 μ S finden wir hier auf der Strecke AB in etwa wieder, die Ungenauigkeit beruht darauf, dass die Messstrecken bei unterschiedlichen Abtastraten nicht ganz übereinstimmend eingestellt werden können.

Jetzt ist auch das Signal Row_Clock zu erkennen, mit dem die „1“ durch das Reihen-Schieberegister geschoben wird. An welcher Position des Registers sich diese „1“ bei dieser Messung gerade aufhält, ist ungewiss und auch unerheblich. Jedenfalls nicht an den Positionen 1, 12 oder 32.

Das Signal Dips_Enable (aka DBLANK, aka DE) muss Potential H haben, damit die Spaltenlatches gegen Masse schalten können (bei Plasma-Panels: die +60 V durchlassen können). Es muss während der Zeit, wo diese Latches mit neuen Bits geladen werden, Potential L führen.

Wenden wir uns jetzt den Signalen Dot_Clock (aka Serial_Clock aka Pixel_Clock) und Ser_Data zu.

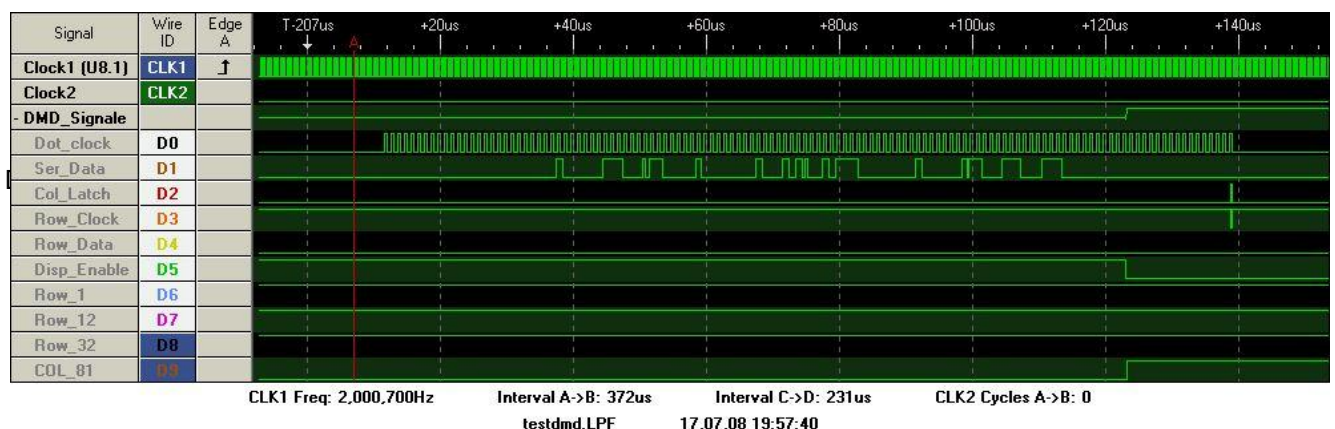
Die 128 Clock-Impulse nehmen nur 50 % der betrachteten Periodendauer AB in Anspruch.

Die Bits könnten auch ohne diese Pause geschoben werden, wichtig ist allein, dass alle Bits da sind, bevor sie gespeichert werden und auf die nächste Reihe umgeschaltet wird.

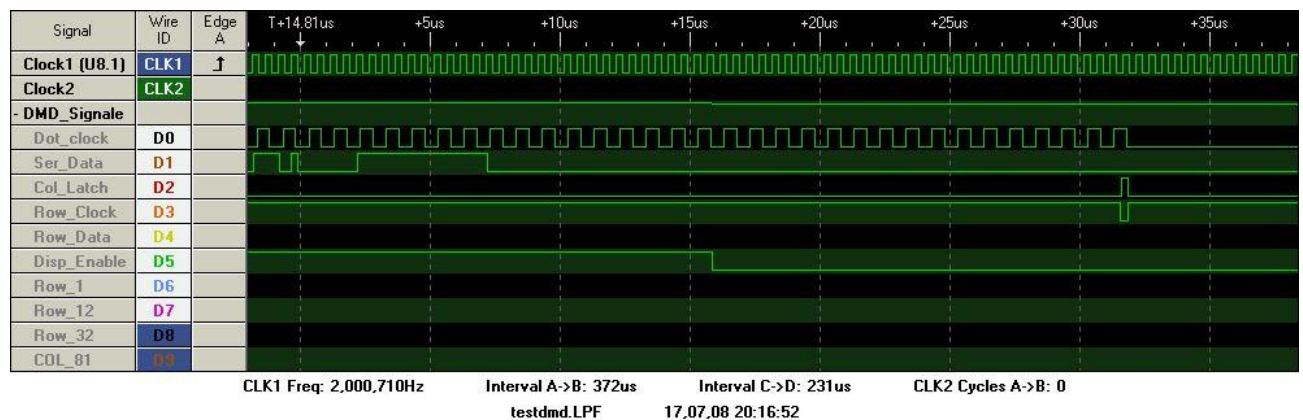
Die hier gewählte Pause lässt die Vermutung zu, dass der Flipper-Hersteller sich die Option offen halten wollte, auch Panels mit mehr Spalten zu betreiben bei nur geringfügiger Modifikation der Kontroll-Logik.

Auch das Signal Col_Latch, mit dem die Bits der Spalten-Schieberegister nach Abschluss des Schiebens in die Latches gehoben werden, ist deutlich zu erkennen.

Und wer die 128 Dot-Clocks nachzählen will, kann es bei der nächsten Abbildung versuchen. Bei dieser Messung wurde die Abtastrate erneut erhöht.



Die Abtastrate für diese letzte Messung beträgt jetzt 200 MHz.



Wir befinden uns am Ende eines Schiebevorgangs für die Spalten, wie an Col_Latch und Row_Clock erkennbar.

Mit der ansteigenden Flanke von Dot_Clock werden alle Bits im Spalten-Schieberegister um eine Position nach rechts geschoben und das Potential von Ser_Data in die erste Position.

Bei Ser_Data sehen wir eine „1“, dann 3 x „0“, 5 x „1“ und „0“ bis zum Ende des aktuellen Schiebevorgangs. Der Spike hinter der ersten „1“ ist unschädlich, da er nicht während der ansteigenden Flanke des Clocks auftritt.

Zudem ist er vermutlich auf den Messaufbau zurückzuführen.

Es ist ungewiss, welche Reihe gerade dran ist.

Wer aber bis hierher alles verstanden hat, wird anhand des Bitmusters auf Seite 20 unschwer erkennen können, um welche Pixel es sich handelt.

Das Signal **Clock1** dient als Referenz für die anderen Signale. Von diesem leitet die Logik auf dem Controller-Board alle ab. Es wurde von Pin 1 des ICs U8 des Controller-Boards abgegriffen und hat eine Frequenz von 2 MHz.

Dot_Clock ist mit 1 MHz halb so schnell.

Nun wird für die Überprüfung der Datensignale nur in Ausnahmefällen ein Logikanalysator zur Verfügung stehen.

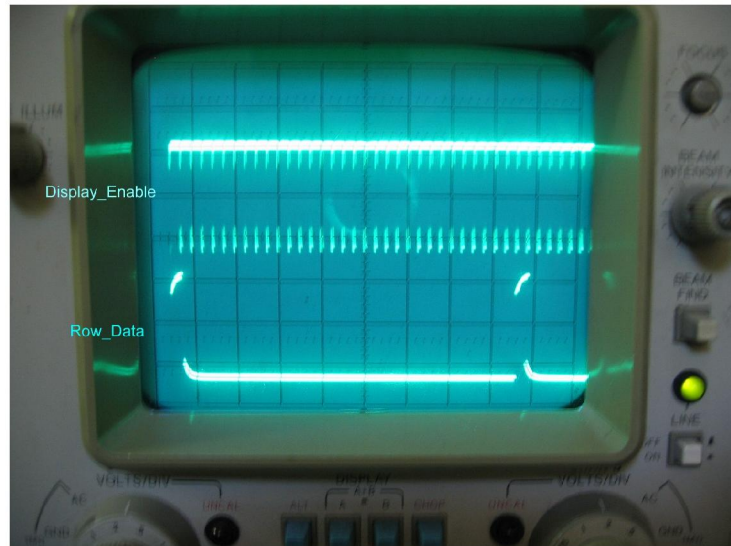
Mit einem Oszilloskop (Zweikanal, Abtastrate mindestens 50 MHz, Triggerung auf ansteigende oder abfallende Flanke einstellbar) ist dies ebenfalls möglich.

Auf den folgenden Seiten werden Art und Reihenfolge dieser Messungen beschrieben.

Messungen mit Oszilloskop an der Schnittstelle.

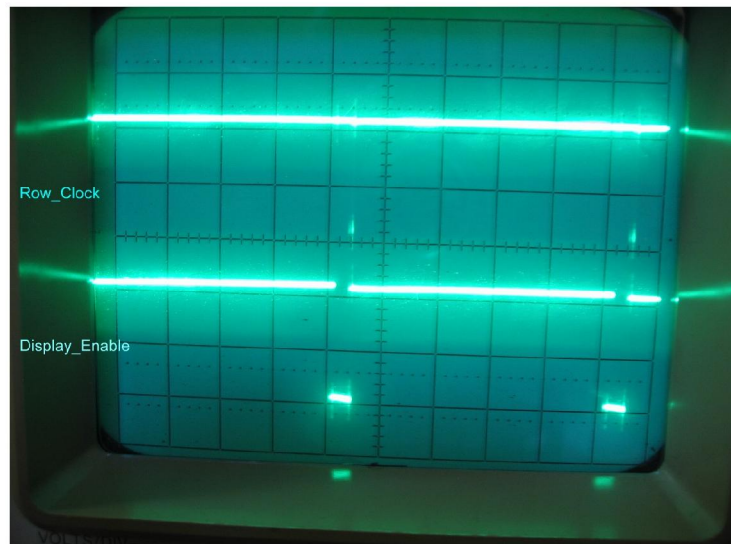
Ein Panel ist nicht angeschlossen.

Wir beginnen mit den Signalen Row_Data und Display_Enable. Wenn die Signale so gemessen werden können, wie rechts abgebildet, sind sie in Ordnung. Zwischen den abfallenden Flanken von Row_Data liegen Etwa 8,2 mS, was der Refresh-Rate von 122 Hz entspricht.



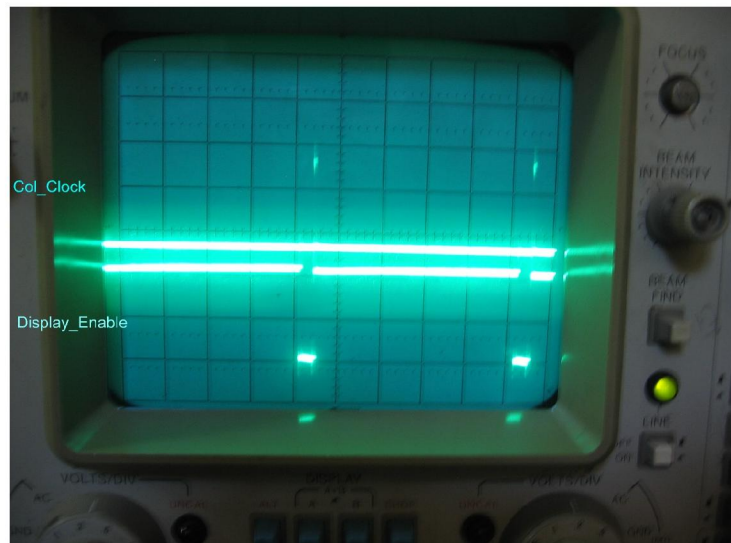
Volts/Div.: 2 Time/Div: 1 mS Trigger: Kanal B, ansteigende Flanke

Alsdann widmen wir uns dem Signal Row_Clock, das zusammen mit Display-Enable jetzt zu sehen ist, wenn es in Ordnung ist.



Volts/Div.: 2 Time/Div: 50 μ S Trigger: Kanal B, ansteigende Flanke

Col_Clock, so in Ordnung, muss so aussehen.



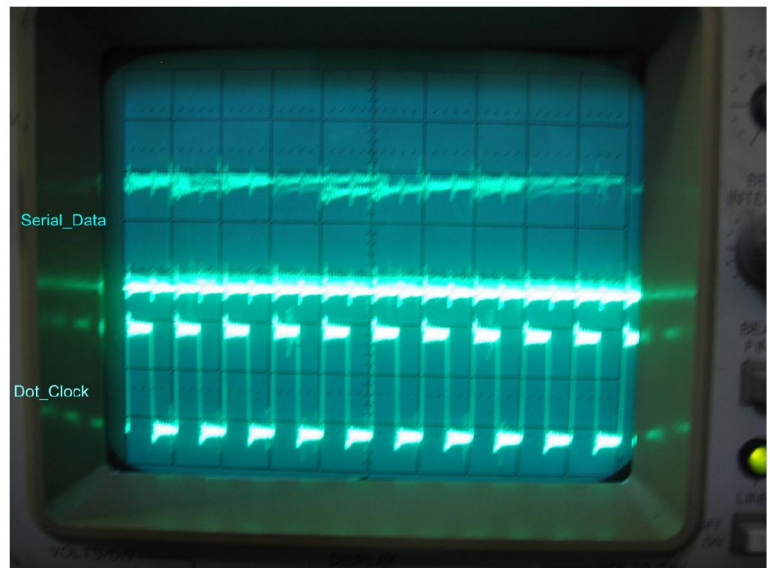
Volts/Div.: 2 Time/Div: 50 μ S Trigger: Kanal B, ansteigende Flanke

Jetzt liegt Dot_Clock an Kanal B.
Wir sehen zwei Perioden, während derer jeweils das Anodenschieberegister geladen wird. Dass es jeweils 128 Clocks sind, können wir nur hoffen. Zählbar lassen sie sich nicht darstellen.



Volts/Div.: 2 Time/Div: 50 μ S Trigger: Kanal B, ansteigende Flanke

Nach Erhöhung der Sweep-Rate wurde Serial_Data zusätzlich auf Kanal A gelegt. Leider kann man nur sehen, dass sich dort offensichtlich etwas tut. Dieses Signal lässt sich mit dem verwendeten Oszilloskop nicht besser einfangen. Die Frequenz von Dot_Clock beträgt 1 MHz, wie es sein soll.



Volts/Div.: 2 Time/Div: 1 μ S Trigger: Kanal B, ansteigende Flanke

Wenn alle Signale bei eigenen Messungen so erscheinen, wie hier gezeigt, kann man davon ausgehen, dass das Panel mit den richtigen Daten versorgt wird und bei Fehlfunktionen die Ursache auf diesem zu suchen ist. Andernfalls muss man in die Schematics vom Controller-Board einsteigen und die Signale dort zurückverfolgen.

Messungen mit Oszilloskop am Plasma-DMD, direkt an dessen Anschlüssen.

Es wurde am DMD eines neuen Vishay Dale Panels gemessen
Anodenspannung: +50 V, Kathodenspannung: -125 V.

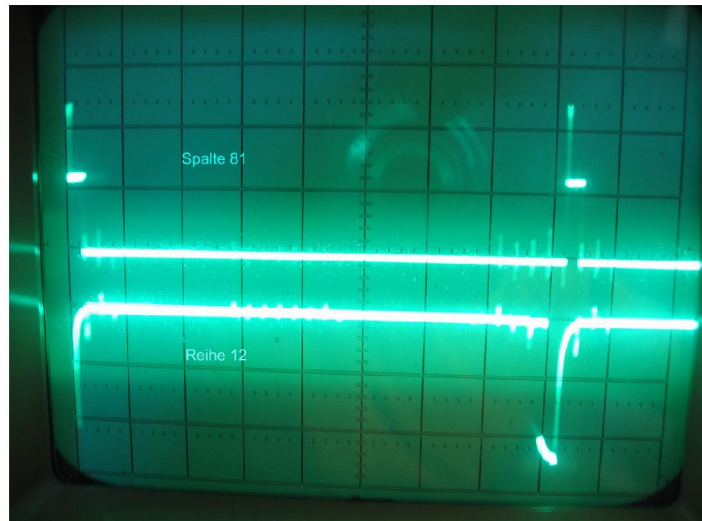
Wie bei den Messungen mit dem Logikanalysator wurden Spalte 81 und Reihe 12 ausgewählt. Die Messung zeigt, dass das diesem Koordinatenkreuz zuzuordnende Pixel leuchten muss, was auch der Fall ist. Es fällt auf, dass die Anodenspannung kurz nach Aufschaltung um etwa 22 V einknickt. Die Ausgänge der Kathodentreiber liegen direkt an den Reihen. Bei den Anodentreibern liegt ein Widerstand von 27 k Ω dazwischen.

Wir können jetzt grob ausrechnen, wie viel Strom durch eine Zelle fließt.

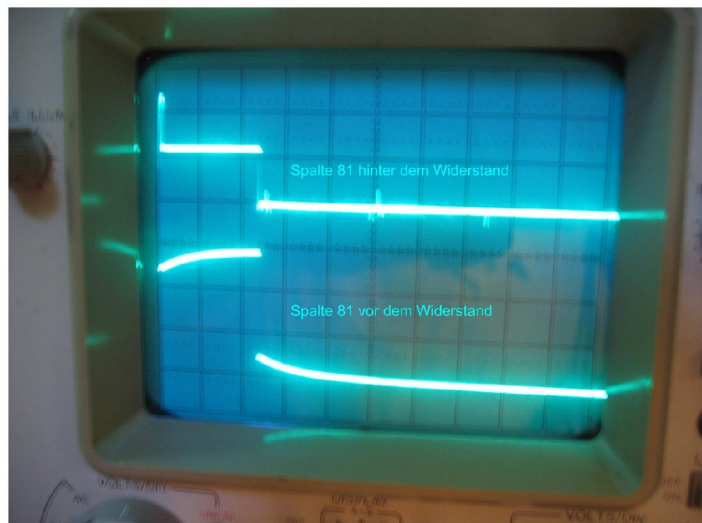
$$22/27000 = 0,81 \text{ mA.}$$

Da immer nur eine Reihe zur Zeit aktiv ist, können auch nur 128 Pixel gleichzeitig leuchten. Es fließen also bei diesem Panel und der gewählten Zündspannung maximal 104 mA.

Das trifft natürlich auch zu, wenn alle 4096 Pixel leuchten. Allerdings fließt der Strom dann permanent und belastet die Stromversorgung stärker.

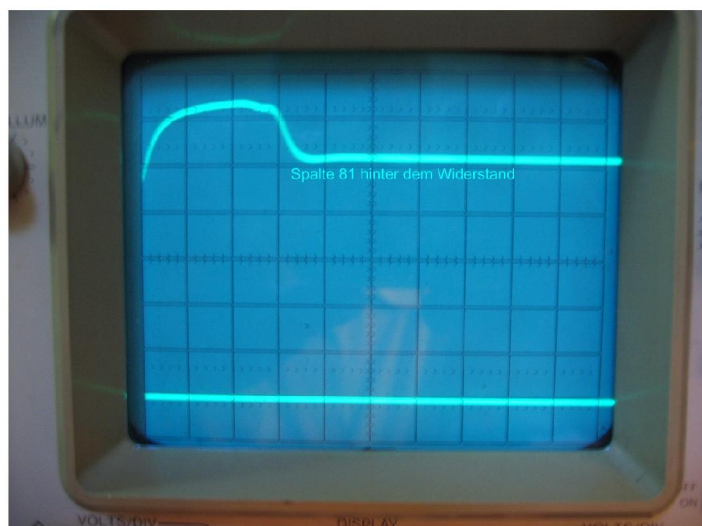


Volts/Div: A : 20 V, B: 50 V Time/Div: 1 mS Trigger: Kanal A, ansteigende Flanke



Volts/Div: A : 20 V, B: 20 V Time/Div: 100 μ S Trigger: Kanal A, ansteigende Flanke

Und durch weiteres Spreizen des Signals kann schließlich erkannt werden, dass eine Zelle etwa 6 μ S benötigt, bevor sie nach Anlegen der Spannung tatsächlich zündet und Strom fließt.



Volts/Div: A : 20 V, B: 20 V Time/Div: 2 μ S Trigger: Kanal A, ansteigende Flanke

Panel defekt: Glas oder Ansteuerung?

Wenn ein Panel dunkel bleibt und die Ursache nach allen Messungen nur dort liegen kann, ist mit einem Oszilloskop unschwer festzustellen, ob Glas oder Ansteuerung defekt ist.

Wie die Signale an Spalten- und Reihenleitungen des Glases aussehen müssen, wurde auf der vorigen Seite gezeigt.

Das Problem dabei ist, dass man nicht weiß, welches Pixelmuster gerade zur Anzeige ansteht und dass dieses ständig wechselt.

Es wäre daher sinnvoll, von der Ansteuerung her alle Zellen zu aktivieren.

Dazu muss man die Leitung Ser_Data auftrennen und dort, wo es zum Panel weitergeht, auf Potential H, hier also +5 V, legen, sicherheitshalber über einen Widerstand im Bereich 1 kΩ bis 10 kΩ.

Dann wird permanent „1“ in die Spalten-Schieberegister geschoben, so dass bei intaktem Panel alle Pixel leuchten würden. Die zuvor gezeigten Signale müssen deshalb bei an allen Spalten- und Reihenanschlüssen anliegen, wenn die Ansteuerung auf dem Panel in Ordnung ist.

Bei dem im Vorwort erwähnten AUX-DMD-PCB ist für diese Manipulation ein Schalter vorgesehen.

Die Exoten.

Bei einigen Flippern anderer Hersteller, speziell Data East / Sega, sind größere und kleinere Panels im Einsatz als die, welche man in allen WPC-Geräten findet.

Z.B. Frankenstein, dort gibt es im DMD 192 Spalten und 64 Reihen (**192x64**).

Die Datenschnittstelle ist identisch mit der bei WPC-Geräten.

Der einzige Unterschied besteht darin, dass mehr Spalten und Reihen zu bedienen sind, was zu berücksichtigen ist, wenn man Messungen mit Logikanalysator oder Oszilloskop durchführt.

Wegen der doppelten Anzahl von Reihen beträgt die Einschaltdauer nur ca. 1,5 %. Deshalb werden sich hier Alterungserscheinungen der Zellen früher bemerkbar machen als bei Standard-Panels.

Die Zündspannung kann hier nicht oder nur mit erheblichem Aufwand erhöht werden.

Sie wird auf dem Panel mit einem Schaltnetzteil erzeugt, das von der Stromversorgung des Flippers mit +24 V gespeist wird.

Das DMD-AUX-PCB kann hier verwendet werden.

Z.B. Batman (nach Kenntnis des Verfassers das erste Gerät, bei dem ein DMD eingesetzt wurde), das DMD dort hat 128 Spalten und 16 Reihen (**128x 16**).

Ein Schaltplan dieses Panels befindet sich auf der nächsten Seite.

Die Datenschnittstelle ist ähnlich, allerdings werden die Bits nicht vom ersten Spalten-Schieberegister in das zweite weitergereicht. Vielmehr gibt es für die seriellen Eingänge der beiden ICs jeweils eine eigene Datenleitung.

Zudem ist diese Schnittstelle nicht als Steckverbindung ausgebildet, weil auch die Logik der Ansteuerung auf dem Panel untergebracht ist.

Mit Strom wird das Panel dagegen so versorgt, wie von den WPC-Geräten bekannt.

Jedoch über einen 9poligen Stecker mit anderer Belegung.

Die Zündspannung kann durch Wechsel der Zenerdioden auf dem PSB verändert werden.

Das DMD-AUX-PCB kann hier natürlich nicht eingesetzt werden.

