

FEHLERSUCHE WPC-FLIPPERELEKTRONIK

Fehler erkennen, Ursache lokalisieren und beseitigen

Ein Service von www.flippermarkt.de

Kapitel 4

Version 1.0 – 14.2.2007

Version 1.1 – 2.4.2007

Version 1.2 – 6.4.2007

Version 1.3 – 10.4..2007

Version 1.4 – 19.9.2007 (Fehler EOS-Schalter berichtigt)

Version 1.4.1 – 10.7.2008

Flipperspulen und andere Spulen mit 2 Wicklungen

© 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.

Die Lektüre von *Kapitel 3* und das Verständnis dessen Inhalts wird bei den folgenden Ausführungen vorausgesetzt.

Die Aufgabe von Flipperspulen besteht darin, nicht nur einen kurzen und starken Impuls auf die Mechanik der Flipperfingern zu bewirken, sondern diese „oben“ zu halten, so lange der Flipperknopf betätigt wird.

Data East hat das so gelöst, dass die Spule kurz mit einer hohen Spannung beschickt wird und die Spannung dann so weit reduziert wird, dass der Strom ausreicht, den Flipperfinger oben zu halten.

Bally/Williams dagegen hat die Flipperspulen mit zwei Wicklungen ausgestattet, einer **Powerwicklung** und einer **Haltewicklung**, die mit identischen Spannungen betrieben werden.

Nur diese Spulen sind Gegenstand dieser Abhandlung.

Von der ansteuernden Elektronik muss sichergestellt werden, dass die Powerwicklung nur sehr kurz unter Strom gesetzt wird, die Haltewicklung dagegen hat eine ED von 100 %, so dass diese nicht übersteuert zu werden braucht.

Bei einer typischen Flipperspule (FL 11629) beträgt der Widerstand der Powerwicklung ca. 3,5 Ω.

Die Haltewicklung dagegen bringt es auf ca. 135 Ω.

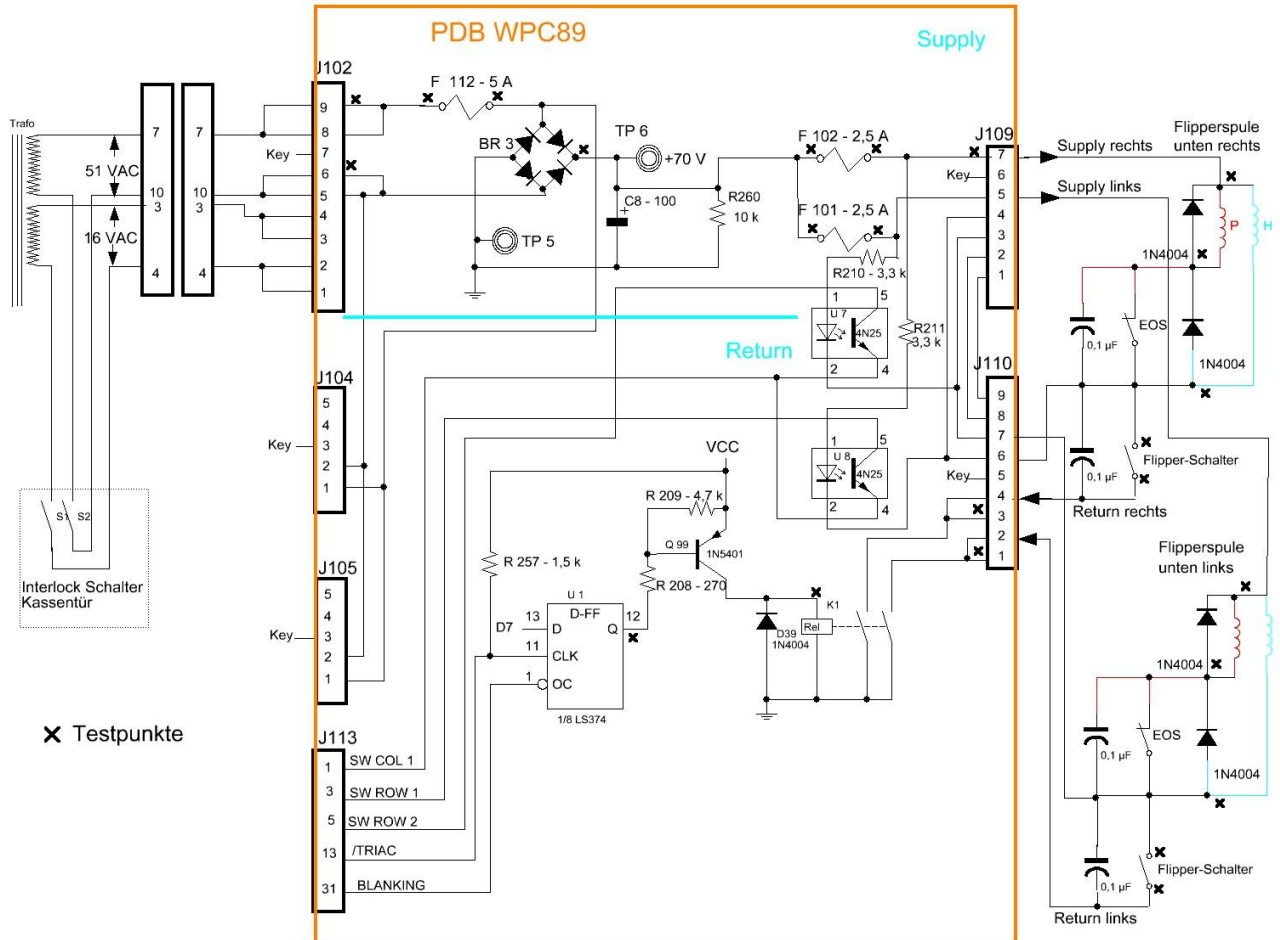
Bei der Versorgungsspannung von +70 V müssten rechnerisch 20 A durch die Powerwicklung fließen.

Das ist jedoch nur für einen kurzen Augenblick der Fall. Dann ist der Ladekondensator leer, und zudem knickt die Wechselfspannung am Trafo ein, der Strom beträgt dann noch etwa 10 A.

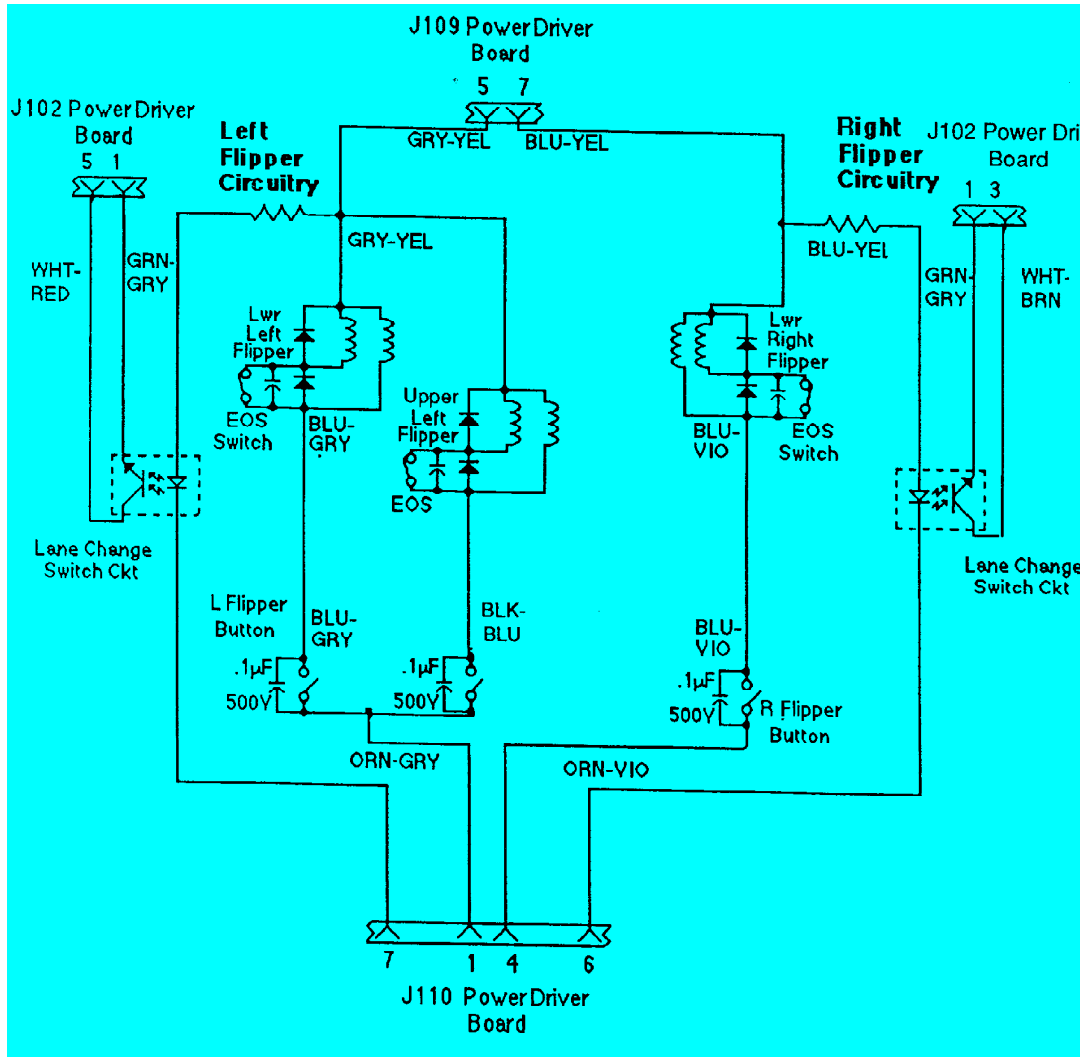
Auch das würden Schalttransistor und Sicherung nicht überstehen, wenn die Dauer des Powerstroms nicht sehr kurz gehalten wird, 50 ms kann als Grenzwert gelten.

Die starke Belastung des Trafos führt dann übrigens auch zu einem Rückgang des Wertes aller übrigen Sekundärspannungen. Sollte die Stabilisierung von VCC (+5 V) wackelig sein, kann es beim Einschalten der Flipperspulen zu einem Neustart des Systems kommen. Insbesondere dann, wenn zufällig 2 Spulen gleichzeitig einschalten. Dann kann es auch zu Problemen mit +12 V Power und +12 V Digital kommen, wenn dort Bauteile schwach geworden sind, mit dem Ergebnis, dass Input-Schalter „verrückt“ spielen.

Die Schaltung der Flipperspulen bei den ersten Geräten der WPC-Generation sieht so aus:



Es ist für rechts und links nur eine Spule (unten) eingezeichnet. Bei einigen Geräten gibt es auch jeweils eine obere Spule, die dann analog beschaltet ist, einschließlich Flipperschalter. Beim Funhouse, der oben links einen weitem Flippfinger hat, ist dies im Handbuch schematisch so dargestellt:



Wir haben, wie schon geläufig, wieder einen Supply- und einen Return-Bereich.

Im Supply-Bereich gibt es nichts Neues gegenüber normalen Spulen.

Wohl aber im Return-Bereich.

Die Spulen werden nicht elektronisch geschaltet, sondern mechanisch und elektromechanisch. Zunächst muss das Relais K1 eingeschaltet sein, damit über dessen Arbeitskontakte GND-Potential an die Flipperschalter kommt.

Wird ein Flipperschalter geschlossen, fließt sofort Strom durch Power- und Haltewicklung der zugehörigen Spule.

Kurz bevor der Plunger in der Spule seine Endstellung erreicht, wird der zugehörige EOS-Schalter (End of stroke) durch die Mechanik geöffnet, zumindest sollte das so sein. Der Stromkreis der Powerwicklung wird dadurch unterbrochen.

Die korrekte Justage der EOS-Schalter ist bei dieser Schaltung eminent wichtig. Ist der Schalter immer offen, wird der Flippfinger sich nur sehr mühsam bewegen, wenn überhaupt. Öffnet er dagegen nicht, führt das zum Durchbrennen der Sicherung oder gar zu einer Beschädigung der Spule.

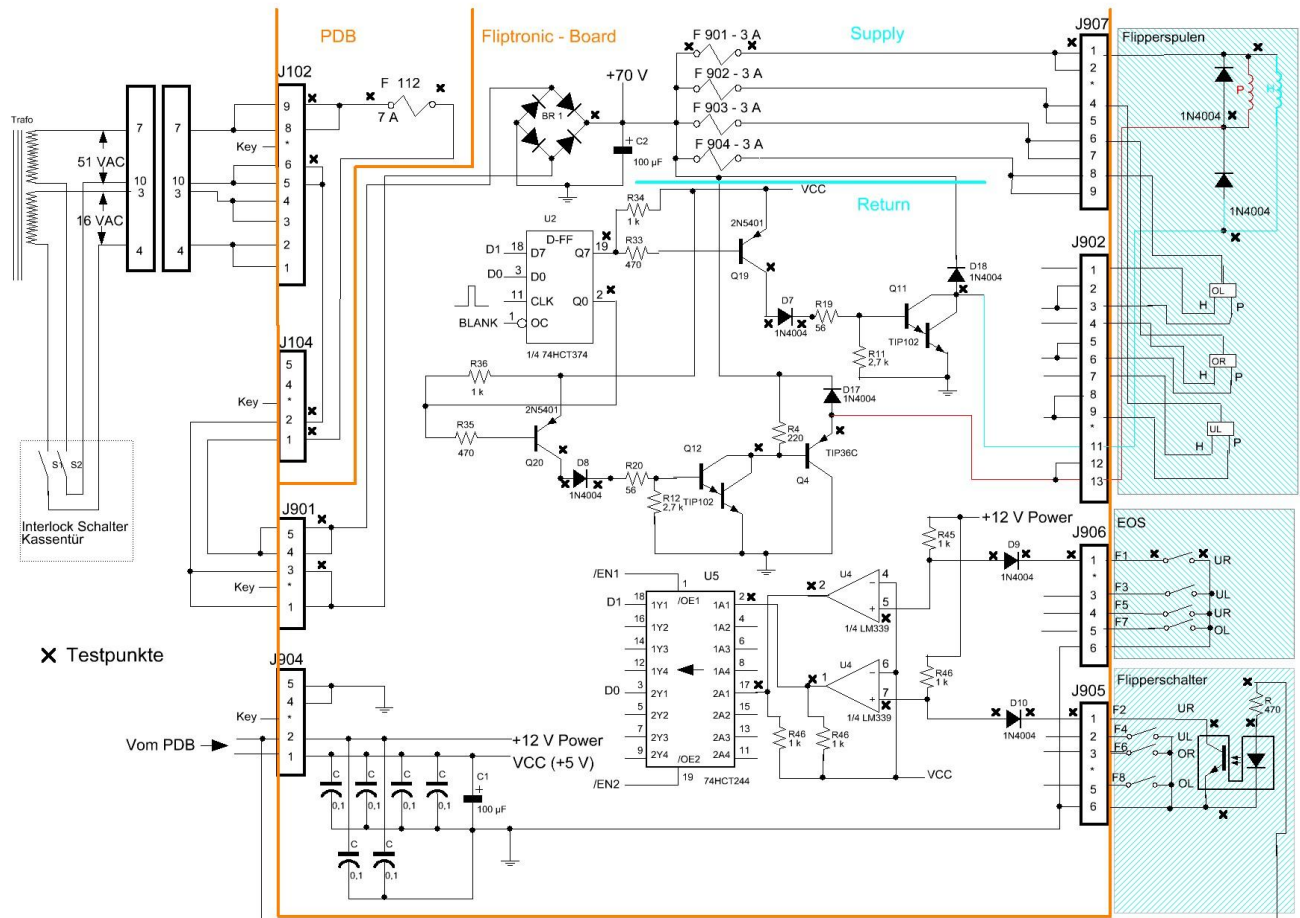
Fehlerursachen und Messungen wurden in *Kapitel 3* erläutert. Sie finden analog auch hier Anwendungen.

Die beiden Optokoppler melden der CPU indirekt über die Switchmatrix, ob einer der Flipperschalter geschlossen ist. Dann fließt nämlich Strom durch die jeweilige Diode, und der Transistor setzt dann das Signal für Reihe 1 oder 2 auf L, wenn Spalte 1 selektiert ist. Somit ist Schalter 11 immer „Flipper rechts“, Schalter 12 immer „Flipper links“.

Ursprünglich war wohl vorgesehen, auch für die Flipperschalter für die oberen Spulen solche Optokoppler einzusetzen, was aber nicht realisiert wurde.

Wegen des hohen Stroms werden die mechanischen Schalter stark belastet. Zu deren Kontakten liegen deshalb Kondensatoren parallel, welche die beim Öffnen entstehenden Funken mildern.

Als bald wurde dann die komplette Ansteuerung der Flipperspulen auf eine separate Platine, das **Fliptronic-Board**, ausgelagert. Die nachstehende Abbildung zeigt die Details.



Die Gleichrichtung für die Flipperspulen erfolgt auf dem Fliptronic-Board.

Das ist übrigens nur bei **Fliptronic II** der Fall, um diese Version geht es hier.

Die Vorgängerversion wird als Fliptronic I bezeichnet.

Nach Kenntnis des Verfassers wird diese nur im TAF verwendet. In dessen Dokumentation ist die Platine als Flipper Software Controller Board aufgeführt. Es ist identisch mit Fliptronic II, hat aber keine Gleichrichtung nebst Sicherungen. Dafür gibt es eine separate kleine Platine in der Backbox.

Beim TAF sind übrigens noch mechanische Flipperschalter installiert, was möglicherweise auch bei anderen frühen Geräten der Fall ist.

Im Supply-Bereich gibt es auch hier keinen nennenswerten Unterschied zu den normalen Spulen.

Das trifft auch auf den Return-Bereich zu.

Die Powerwicklung wird jeweils durch einen „starken“ Transistor (TIP 36C) geschaltet, die Haltewicklung durch einen „normalen“ (TIP 102).

Die zu den normalen Spulen besprochenen Fehlerursachen und erforderlichen Messungen sind somit auch hier analog anwendbar.

Ausführlich ist nur die Flipperspule unten rechts nebst Gabellichtschranke und Ansteuerung dargestellt, die restlichen nur symbolisch im rechten Teil der Abbildung.

Wie man sieht, sind die EOS-Schalter hier als Arbeitskontakte ausgebildet. Auf den Schutz der Powerwicklung haben sie keinen Einfluss mehr.

Zum Aktivieren einer Flipperspule schaltet die CPU den Strom für die Haltewicklung ein und belässt das so, bis der zugehörige Flipperschalter wieder öffnet.

Den Strom für die Powerwicklung schaltet sie dagegen nur für etwa 30 mS ein, schließt der EOS-Schalter während dieser Zeit, wird der Strom vorzeitig abgeschaltet. Der EOS-Schalter soll deshalb so spät wie möglich schließen.

Er hat noch eine weitere Funktion.

Wenn die CPU den geschlossenen Flipperschalter und den geschlossenen EOS-Schalter gesehen hatte und dann feststellt, dass der EOS-Schalter wieder öffnet, schaltet sie den Strom für die Powerwicklung erneut für maximal 30 mS ein.

Wenn nämlich eine Kugel stark auf den Flipperfinger zurückprallt, drückt sie diesen nach unten, und er könnte sich, da nur die Haltewicklung Strom hat, nur mühsam wieder aufrichten, wenn ihm die CPU dabei nicht durch erneuten Strom auf die Powerwicklung helfen würde.

Es wird so der gleich Effekt erreicht wie bei den früheren Geräten. Dort schließt der EOS-Schalter nach einem Rücksetzer des Fingers und versorgt so die Powerwicklung wieder mit Strom, bis er erneut öffnet.

Fast gleichzeitig mit Einführung von Fliptronic II wurden die mechanische Flipperschalter durch elektronische ersetzt. Beide Versionen werden auf die gleiche Weise ausgewertet.

Die weitaus meisten Geräte mit Fliptronic II (und alle WPC95er) sind leider mit elektronischen Schaltern ausgestattet.

„Leider“, weil diese (außer bei WPC95-Geräten) viel Verdross bereiten sowie unprofessionell ausgeführt und beschaltet sind, wie wir noch sehen werden.

Sie sind als Gabellichtschranken ausgebildet. Im Ruhezustand des Flipperknopfs ist der Lichtstrahl durch eine Metallfahne unterbrochen. Mit Hereindrücken des Flipperknopfs bewegt sich die Fahne aus der Gabel heraus, so dass langsam Licht auf den Transistor fällt und dieser schließlich leitend wird. Danach sollte er sich so verhalten wie ein guter alter Blattfederkontakt.

Im Prinzip tut er das auch, jedoch mit einigen Schwierigkeiten.

Betrachten wir dazu den Komparator, der den Schalter als geschlossen erkennen soll.

Die Spannung an seinem (+) Eingang muss unter +5 V fallen. Durch R46 muss mindestens 7,1 mA fließen, damit das eintritt. Das ist für den Transistor einer normalen Gabellichtschranke schon viel, es können nur bestimmte Typen eingesetzt werden.

Schon geringfügige Verschmutzungen mindern den Strom so, dass der Komparator flattert, weil die Spannung an seinem (+) Eingang um den Triggerpunkt herum schwankt.

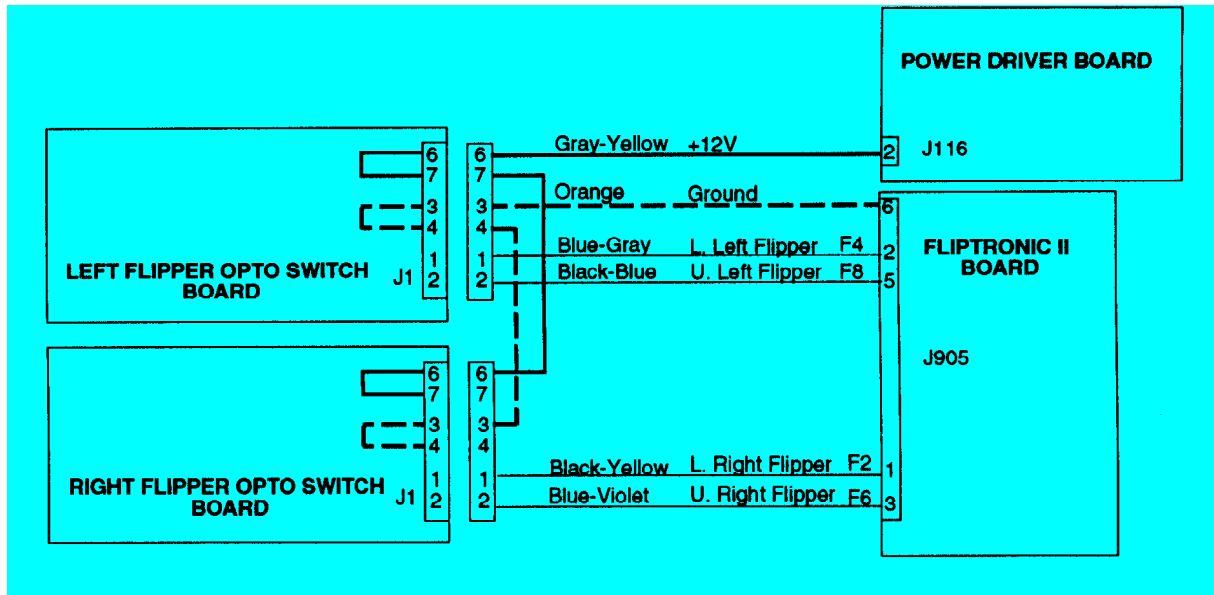
Eine Hysterese, also ein deutlicher Abstand zwischen Einschalt- und Ausschalt-Spannung, würde da Abhilfe schaffen, wie sie durch einen Schmitt-Trigger schon vor den WPC95-Geräten, wo ein solcher und zudem eine integrierte Stromverstärkung vorhanden sind, problemlos hätte erreicht werden können.

Kurzum, die persönliche Meinung des Verfassers: Poor design. Aber damit müssen wir leben bei Flippern der Serien WPC89 und WPC-S.

Wenn Flipperspulen schwächeln oder gar zittern, sollten zunächst die Gabellichtschranken gereinigt werden, damit ist eine solche Störung schon häufig behoben.

Die Abbildung ist hinsichtlich der Flipperschalter insofern unvollständig, als bei Gabellichtschranken sich jeweils 2 auf einer kleinen Platine befinden. Hinter jedem Flipperknopf befindet sich eine solche Platine. Diese Platinen sind so miteinander verdrahtet, dass keine von ihnen funktioniert, wenn man an einer die Steckverbindung löst.

Die nachstehende Abbildung macht dies deutlich.



Was nun **Fehlerursachen** angeht, ist hinsichtlich Spulen alles Wesentliche in *Kapitel 3* ausgeführt. Hier kümmern wir uns um **Störungen**, die durch **Schalter** verursacht werden, wobei, wie schon erklärt, ein **defekter EOS-Schalter bei Geräten mit Fliptronic II und solchen der Generation WPC95 niemals die Ursache einer Störung ist**, welche die Funktion des Flippers wesentlich beeinflusst.

Wie bei allen Schaltern, wird zunächst durch den Test „Geschlossene Schalter“ der Schalter überprüft.

Bei diesen Schaltern handelt es sich um direkte Schalter, die nicht Bestandteil der Switchmatrix sind, was die Dinge vereinfacht.

Da in der Abbildung nur alle Signalführungen und Bauelemente für den Flipper unten rechts aufgeführt sind, wird auf diese Bezug genommen. Ist ein anderer Flipperfingerring betroffen, können die entsprechenden Testpunkte und Bauteile unschwer anhand des Manuals und der WPC-Schematics ermittelt werden.

Störung: Ein mechanischer Schalter wird nicht als geschlossen angezeigt.

Dann ist der Stromkreis irgendwo unterbrochen.

Es wird, während der Test „Geschlossene Schalter“ läuft und der Schalter geschlossen wurde, beginnend beim Schalter selbst und endend an U5.2 bzw. U5.17, an alle eingezeichneten Testpunkte GND-Potential gelegt, bis der Schalter als geschlossen gemeldet wird.

Ist dies bei J905.1 bzw. J906.1 der Fall, liegt die Unterbrechung beim Spielfeld.

Andernfalls geht es auf der Platine weiter.

Die Unterbrechung bzw. das defekte Bauteil liegt zwischen dem Testpunkt, der mit GND-Potential den Schalter auf dem Display als geschlossen anzeigt und dem Testpunkt zuvor, wo das noch nicht der Fall war. Tut sich auch bei der Endstation U5 nichts, ist dieses IC defekt.

Störung: Ein mechanischer Schalter wird immer als geschlossen angezeigt.

Dann wird zunächst J905 bzw. J906 abgezogen. Ist der Fehler dann weg, hat die Leitung unterm Spielfeld irgendwo Masseschluss oder eine Verbindung zur Return-Leitung eines GI-Strang.

Andernfalls liegt das Problem auf der Platine.

Bei weiterhin abgezogenem Stecker wird die Spannung gegen GND gemessen, beginnend U5.2 bzw. U5.7. Werden dort +5 V gemessen, ist U5 defekt.

Sonst wird der jeweilige Komparator untersucht. Hat er an seinem (+) Eingang +12 V und an seinem Ausgang 0 V, ist er defekt.

Auch vor dem Komparator kann durch eine Lötbrücke oder dergleichen eine unzulässige Verbindung bestehen. < +5V dort führt dazu, dass der Schalter für die CPU als geschlossen gilt.

Störung: Ein elektronischer Schalter wird nicht als geschlossen angezeigt.

Wir fangen bei der Gabellichtschranke an.

Die Flipperknöpfe werden arretiert, so dass das Licht der Diode ungehindert auf den Transistor fallen kann.

Zunächst prüfen wir, ob am oberen Testpunkt des Vorwiderstandes der Diode +12 V sind.

Wenn nein, haben wir den Fehler bereits gefunden.

Wenn ja, messen wir an dem unteren Testpunkt. Dort sollen sich etwa +2 V einstellen.

Messen wir dort eine wesentlich höhere Spannung oder 0 V – 0,7 V, ist die Diode defekt.

Sonst geht es beim Transistor weiter.

An seinem Kollektor dürfen bei Lichteinfall maximal 1,4 V gemessen werden. Bei höherem Wert ist der Transistor defekt, zumindest aber krank, oder Diode/Transistor sind verschmutzt.

Ist die Gabellichtschranke in Ordnung, geht es weiter, wie für mechanische Schalter beschrieben.

Störung: Ein elektronischer Schalter wird immer als geschlossen angezeigt.

Zusätzlich zu den für mechanische Schalter als Ursache in Betracht kommenden Umständen kann der Transistor in der Gabellichtschranke in der Weise defekt sein, dass er permanent leitet.

Das wird aber höchst selten vorkommen, wenn es unter dem Spielfeld nicht irgendwo „geblitzt“ hat, weil Schalter justiert oder Lampen ausgewechselt wurden, ohne vorher das Gerät abzuschalten.

Allgemeine Hinweise.

Die Signalführung in der Abbildung hinsichtlich J902 und J905 – J907 ist typisch.

Es gibt bei einigen Geräten aber Abweichungen, was im jeweiligen Handbuch zu überprüfen ist.

Bei Geräten, die nicht über 4 Flipperspulen verfügen, werden die dann freien Transistorschalter häufig für andere Verbraucher verwendet, die dann freien Komparator-Eingänge für andere Schalter.

Außer Flipperspulen gibt es bei einigen Geräten auch andere Spulen, welche die gleiche Funktion erfüllen müssen, nämlich kurz powern und dann halten.

Auch diese sind dann mit einer Power- und einer Haltewicklung versehen.

Für sie werden in der Regel die Schaltkreise benutzt, welche für Flipperfinger nicht benötigt werden, wenn es weniger als 4 sind.

Die Fehlersuche bei diesen Spulen erfolgt so, wie für Flipperspulen beschrieben.

Die beiden Wicklungen einer Flipperspule sind am unterschiedlichen Querschnitt der Wicklungsdrähte zu erkennen.

Der Wicklungsdraht der Powerwicklung hat einen deutlich größeren Querschnitt als der für die Haltewicklung.

Eine Flipperspule hat 3 Anschlüsse.

Dort, wo sich beide Wicklungen treffen, ist stets der Supply-Anschluss.

An den Anschluss, wo der dünne Draht endet, gehört die Return-Leitung für die Haltewicklung.

Dort, wo der dicke Draht endet, wird die Return-Leitung der Powerwicklung angeschlossen.

Beim Austausch einer Flipperspule ist unbedingt auf die richtige Verdrahtung zu achten.

Die **Schutzdioden** müssen richtig gepolt angeschlossen sein, die beiden Kathoden (gekennzeichnet durch einen Ring) an die Supply-Leitung, die Anoden jeweils an die Return-Leitungen.

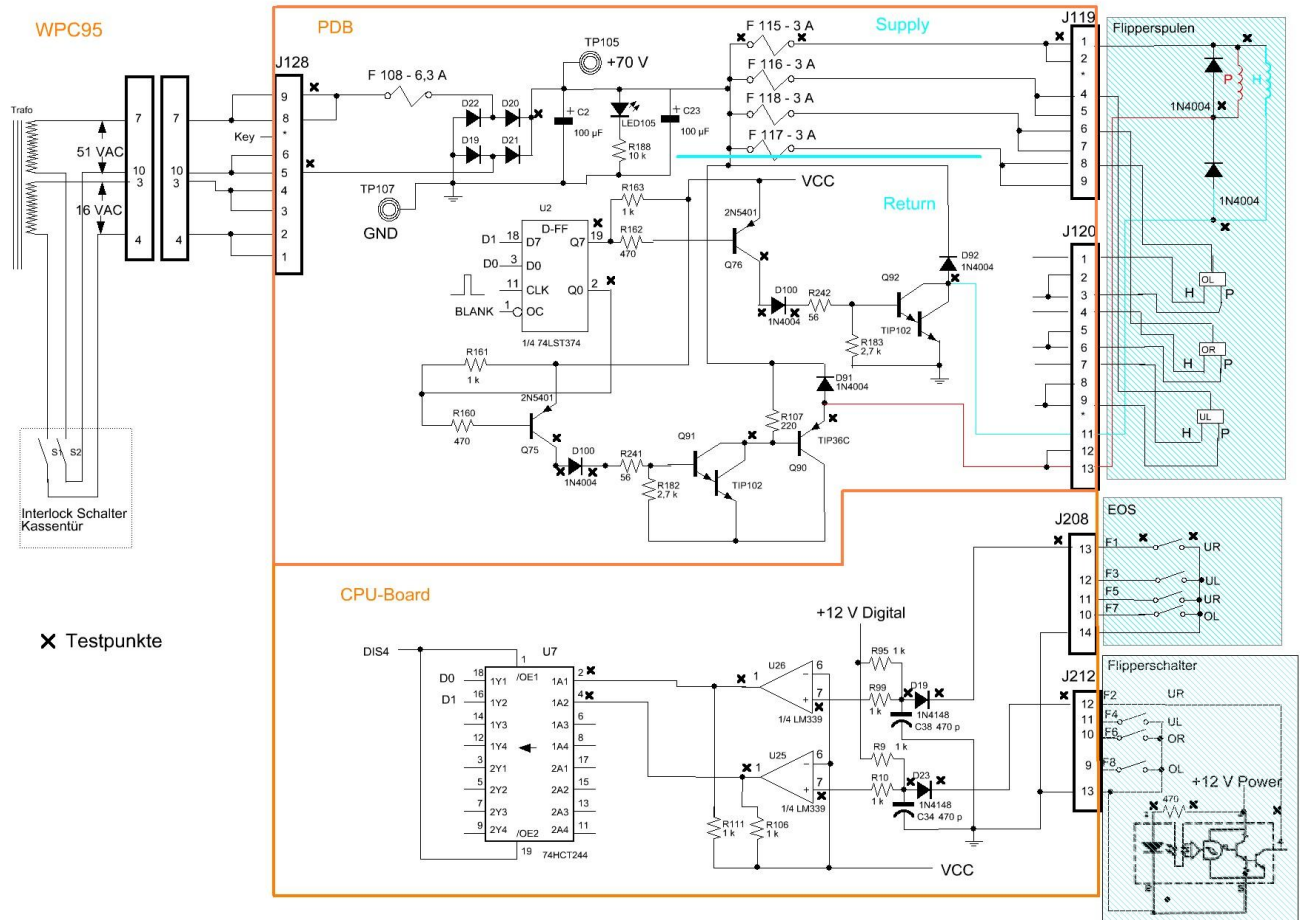
Ist eine Schutzdiode außer Funktion, wird nach kurzer Zeit der Schalttransistor beschädigt.

Bei vielen **Fliptronic-Platinen** wurde der **Siebcondensator** bereits werkseitig nicht eingesetzt, warum auch immer.

Wo er fehlt, sollte C2 nachgerüstet werden (100 µF-100 V).

Mit Einführung der Generation WPC95 wurde Fliptronic II wieder eingespart. Supply und Return wurden auf das PDB zurückverlegt, die Schalterauswertung auf das CPU-Board gesetzt.

Die folgende Abbildung zeigt das.



Von einem technischen Fortschritt kann dabei nicht gesprochen werden. Im Gegenteil, jetzt ist wieder nur ein Gleichrichter für alle Spulen zuständig. Auch der Einsatz von Einzeldioden statt Brückengleichrichtern kann keine Freude aufkommen lassen. Sie sind weniger belastbar und haben keine passive Kühlung. Zudem wurde der Ladekondensator für die +70 V vom Fliptronic-Board auf das PDB verlegt, so dass durch die jetzt höhere Gesamt-Kapazität die Dioden zusätzlich gestresst werden.

Allerdings gibt es doch einen Lichtblick:

Es sind neue Gabellichtschranken im Einsatz.

Der Eingang des Empfängers ist als Schmitt-Trigger ausgebildet. Dadurch schaltet sein Ausgang schlagartig um. Wegen der Hysterese kommt es zu keinem „Flattern“ mehr. Zudem ist eine Stromverstärkung integriert, der Ausgangstransistor ist ein Darlington, deshalb kann ein deutlich höherer Strom geschaltet werden, als dies bei einem normalen Transistor der Fall ist.

Was **Störungen** angeht, gelten hier alle Erklärungen zu Fliptronic, mit Ausnahme natürlich von Position und Bezeichnung der Bauteile.

Häufig ist zu beobachten, dass ein **Flipperfinger schwächelt**, also mit zu wenig Kraft hochschnellt. EOS-Schalter (bei Geräten ohne Fliptronic) und Lichtschranken als möglich Ursachen wurden bereits erwähnt.

Neben mechanischen Ursachen kommt auch die Ansteuerung in Betracht.

Die Powerwicklung der Flipperspule bekommt möglicherweise nicht genug Strom.

Bevor man große Teile der Mechanik erneuert, kann man dies Prüfen.

Man legt **sehr kurz** (sonst flitzt die Sicherung) Masse an den **Emitter** des Schalttransistors.

Ändert sich am Verhalten des Fingers nichts, liegt es an der Mechanik, andernfalls am TIP36C oder den Bauelementen davor.

Es kann zudem die Returnleitung zum Transistor unterbrochen sein.

Wenn die Mechanik leichtgängig genug ist, kann der Strom durch die Haltewicklung schon ausreichen, um den Finger einigermaßen zügig nach oben zu bewegen.



Bei Geräten mit Fliptronic kann der Ausfall einzelner oder gar aller Spulen auch auf ein Kontaktproblem beim Flachbandkabel, das zum CPU-Board führt, verursacht sein.