



Totalausfall von Waschmaschine, Trockner oder Kühlschrank

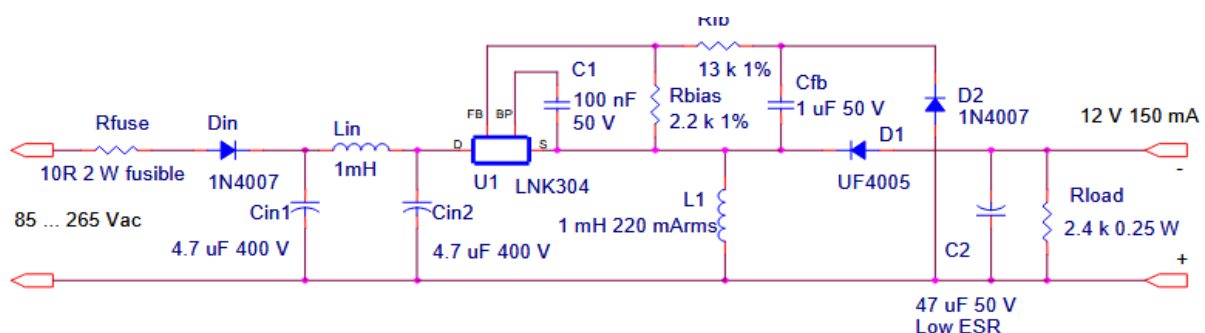
Husch, husch noch schnell die Wäsche in die Waschmaschine und los geht's zum Shoppen! Ein kleiner Tastendruck und ab geht die Post ... Denkste, keine LED leuchtet auf, kein Summer tönt – die Waschmaschine ist hin ...! Oder die Temperaturanzeige vom Siemens-Kühlschrank bleibt dunkel und der Kompressor läuft nicht. Auch meine AEG Lavamat-Waschmaschine hat das Handtuch nicht geschmissen, aber auch nicht gewaschen. Die Programmanzeige blieb einfach dunkel.

Lieschen Müller hätte nun sicher ein Riesenproblem. Sie muss den Hersteller-Service anrufen und wird über die Fahrtkostenpauschale, Arbeitslohn und den Ersatzteilpreis „hoch erfreut“ sein. Aber mit etwas Geschick am Lötkolben und im Umgang mit einem einfachen Messgerät kann man evtl. diesen Schaden schnell selbst beheben. Natürlich sollte man elektrotechnisch etwas vorbelastet sein oder man sollte zumindest einen kennen, der das ist! Ein kleiner Trenntrafo mit so etwa 200 W – den jedes Repair Café besitzen sollte – ist sicher auch recht nützlich und evtl. lebensrettend.

Beschreibung der Stromversorgung von „Weißer Ware“

Der Ausfallgrund ist vermutlich die „bescheidenste“ Schaltung, die für die Stromversorgung von Haushaltsmaschinen aller Art (wegen der weißen Gehäuse auch „Weiße Ware“ genannt) erfunden wurde und auch millionenfach verbaut wird. Sie braucht nur einen wirklich sehr geringen Strom im Stand-by. Sie ist recht einfach gebaut und spart in der Herstellung durch ihre geringe Anzahl von Bauteilen Kosten und braucht in der einfachsten Form nicht mal einen kompliziert herzustellenden Schaltnetzteil-Übertrager, um für die Steuerelektronik von Haushaltsmaschinen die erforderlichen Kleinspannungen von 5 V oder 12 V zu erzeugen.

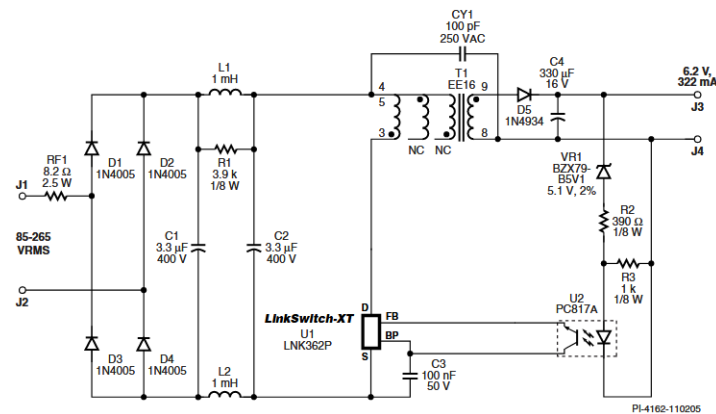
Und weil diese Ströme so gering sind, kann man auch noch den Netzschalter des Gerätes sparen. Der Leistungsteil mit starken Motoren, Funken erzeugenden Billigrelais ist dann nicht angesteuert und verbraucht nichts. Hier ist eine Grundsaltung für den Power-Integration LNK304 der in den meisten Fällen eingesetzt wird. Die Ausgangsspannung, hier 12 V, kann auch 5 V betragen – je nach Design der Waschmaschine.



Quelle Unterlagen von Power Integration

Oft sind in Großgeräten 2 Hilfsspannungen (5 V für die MCU und 12 V für die Leistungstreiber) erforderlich. Dann kommt eine Variante der Schaltung mit Schaltnetzteil-Übertrager zum Einsatz, wo die Kleinspannungen eventuell auch netzgetrennt sein können. Hier im Bild, ist die Schaltung einer vollständig netzgetrennten Schaltung mit dem LNK362 / LNK364 gezeigt. In der Schaltung wird auch die Regelung der Ausgangsspannung auf genau 6,2 V demonstriert. Dazu wird eine Zenerdiode VR1 mit 5,1V und die Leuchtdiode im Optokoppler U2 PC817A herangezogen. Durch

den Strom durch die LED wird die Regelgröße über den Phototransistor auf U1 LNK362 übertragen. In der gezeigten Schaltung ist die Sekundärseite daher netzgetrennt und die Hauptausgangsspannung (in der Regel ist das die Betriebsspannung des Microcontrollers) wird recht genau geregelt. Der Übertrager kann auch eine 2. Ausgangswicklung für eine weitere Ausgangsspannung von z.B. 12 V haben. Diese ist dann aber unregelt, was aber in der Regel für die digitalen Treiberschaltungen kein Problem ist.



Quelle: Unterlagen von Power Integration

Die Reparatur

Aber auch hier gibt es die Problematik, dass der Vorwiderstand RF1, die Drosseln L1 / L2, sowie das IC und die Sekundärdiode D5 versagen können. Dazu kommt, dass die Schaltung 8736 Stunden im Jahr in Betrieb ist. Wenn die Waschmaschine wirklich läuft, werkelt der kleine IC in einer rauen Umgebung von Spannungsspitzen durch geschaltete Induktivitäten (Ventilen und Relais), hohen Anlaufstromspitzen der Motoren in Waschmaschinen oder Trocknern und den Kompressoren von Kühlschränken.



Links die Drossel 470 μ H, R75 Widerstand mit 22 Ohm und rechts der LNK304 (SOT-Pin-Version)

Dabei werden die peripheren Bauteile hochbelastet und weil diese häufig billig eingekauft wurden, ist die Ausfallursache, sozusagen schon eingebaut. Positiv ist, dass es Versandhändler gibt, die sich auf dieses Geschäft gestürzt haben und über Ebay entsprechenden Reparaturkits anbieten.

Diese umfassen die folgenden drei stark gefährdeten Bauteile: den IC LNK304 (oder LNK364) der den 600 V-Schalttransistor beinhaltet, einen oder mehrere niederohmige Widerstände, eine kleine Spule und manchmal die Diode UF4005. Bei Preisen unter 10 € und schnellster Lieferung sicher eine Alternative zum Hersteller-Service. Keine Angst – in der Regel erhalten Sie beim Kauf eine E-Mail mit Links zu Reparatur-Videos auf YouTube. Da kann man sich die Reparatur erst mal vormachen lassen. Für unsere AEG Lavamat-Waschmaschine und die leicht geänderte Schaltung im

Gerät ist der Reparatur Kit etwas umfangreicher ausgefallen. Man sollte immer alle der gelieferten Bauteile austauschen, denn diese sind dann neuwertig und die alten Teile haben bereits viele Stunden unter Spannung am Netz hinter sich und sind nahe am Ende ihrer Lebensdauer.

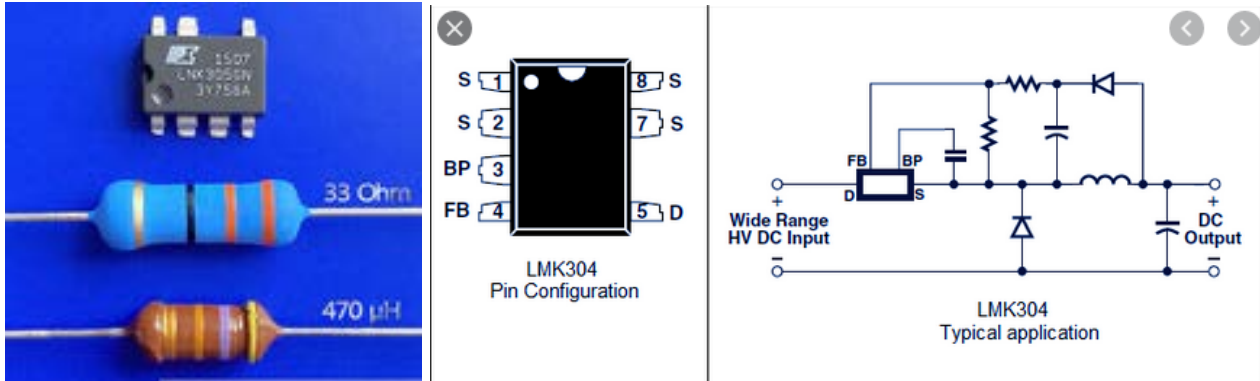


Abbildung eines im Internet angebotenen Reparaturkits / LNK304 Pinning und Grundschaltung

Vorsicht bei der Reparatur!

Eine Eigenheit des Designs ist, dass die gesamte Elektronik oft direkt mit dem Netz verbunden ist! Niemals beim Testen mit den Fingern an irgendwelche Schaltungsteile kommen – auch wenn man denkt, es sind ja nur Kleinspannungen – der Kontaktpunkt kann aber direkt am Netz hängen! Vorsicht auch mit Messgeräten (z.B. die Masseklemme von Oszillographen!) – Die Schaltungen mit LNK304 können Stromschläge verteilen, Funken sprühen lassen und Sicherungen „zerstören“.

Gemeinsam reparieren

Durch gemeinsames Vorgehen kann man im Repair Café auch dann helfen, wenn – wie im Landsberger Repair Café – nur „tragbare Teile“ angenommen werden. Dies würde Waschmaschinen o.ä. ja ausschließen. Frägt der Besucher im Vorfeld an und sendet das Typenschild als Foto per E-Mail, kann man in diesen Fällen helfen: basierend auf Serviceunterlagen und Explosionszeichnungen wird man ihm klare Hinweise geben, was er ausbauen soll und welchen Ersatzteil-Kit er bereits bestellen kann.

Unser Mitmacher kann nach Ziehen des Netzsteckers meist die obere Abdeckplatte einer Waschmaschine abnehmen und auch das Leistungsmodul identifizieren und ausbauen. Dieses befindet sich meist in der Nähe der Stelle, an der das Netzkabel in das Waschmaschinengehäuse eintritt. Das LNK3xx-Netzgerät sitzt fast immer im Leistungsteil der Maschine. Vor dem Ausbau Wasser abdrehen und **Netzstecker ziehen!** Natürlich sollte der Mitmacher Fotos anfertigen, bevor er Stecker abzieht und Schrauben löst. Diese Fotos helfen später, die Stecker wieder richtig einzustecken! Aber keine Angst, Waschmaschinen-Entwickler trauen selbst ihren Arbeitern nicht und so sind die Stecker entweder mit Kunststoffnasen codiert oder passen nur in bestimmte Aussparungen im Gehäuse.

Bei meinem Siemens-Kühlschrank gab es 2 Stellen, an denen entsprechende Netzteile mit LNK304 verbaut waren:

- 1) in der Temperaturanzeige oben auf der Frontseite und normalerweise durch die Schranktür verdeckt.
- 2) Das 2. Modul war die Motorsteuerung. Diese war nur von der Rückseite her zugänglich und in einem schwarzen Kästchen in der Nähe des Kompressors untergebracht.

Hinweisen möchte ich auf die bei den Haushaltsmaschinen etwas speziellen Kabelschuhe. Sie haben oft ein Verriegelungshäkchen, welche das Abziehen etwas erschwert. Das ist aus Sicherheitsgründen erforderlich, da starke Vibrationen eventuell die Verbindung lösen könnten. Die Verriegelung kann mit einem kleinen Schraubendreher aber leicht gelöst werden.

Für die Reparatur werden die auszutauschenden Teile identifiziert und vorsichtig ausgebaut. Bei dem IC mit 7 Pins LNK304 kann man bei der Durchsteck-Variante die IC-Anschlüsse mit einem spitzen Seitenschneider abzwicken und dann einzeln die Bohrungen in der Platine reinigen, Bei der SO-Gehäuse-Variante, die nur auf der Leiterseite der Platine montiert wird, kann man versuchen einen dünnen Draht in die Lücke zwischen den Löt pads und dem Gehäuse einzufädeln. Dann die Pins gemeinsam erwärmen und mittels des Drahtes vorsichtig nach oben ziehen bis die Lötung aufgetrennt ist, Dann den IC mit einer Pinzette greifen und die restlichen Pins lösen. Die neuen Bauteile einsetzen und korrekt verlöten.

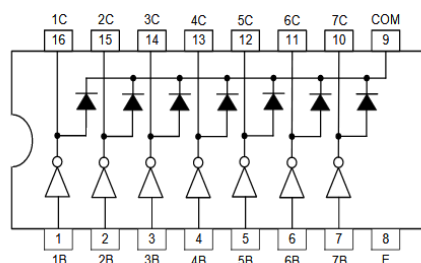
Wie kann ich den Reparatur Erfolg vor dem Einbau in das Gerät prüfen?

Manchmal ist der Reparatur Erfolg sofort sichtbar. Wenn die LEDs der Programmwahl wieder leuchten oder ein Summer Schallsignale liefert, ist in der Regel die Waschmaschine repariert.

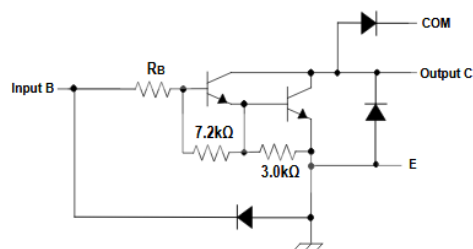
Da zur Steuerung meist Microcontroller verwendet werden, kann man im Internet eventuell das Anschluss-Schema des verbauten Microcontrollers finden – damit auch die Pins die mit „Vdd“, „Vcc“ und „Vss“ bezeichnet sind. Hier sollte man die Betriebsspannung einfach messen können. Dazu eventuell die Messspitzen anfeilen oder Lüsterklemmen mit angelöteten Stecknadeln auf die Messspitzen aufsetzen (abisolieren oder Schrumpfschlauch drüber!). So kann man auch die sehr feinen Anschlüsse von SO-Gehäusen abtasten. Man rutscht auch nicht so leicht vom Pin ab und es kommt nicht zu Kurzschlüssen mit dem benachbarten Pins!

Eine weitere Möglichkeit zu prüfen, ob die Betriebsspannung wieder vorliegt, sind bei analogen Treiber-ICs wie z.B. ULN200x Serie. Diese Bausteine haben ein 16pin Gehäuse. Der „Massepin E“ ist Pin 8 (wie bei den meisten SO-Gehäusen) Bei der ULN-Serie liegt die Versorgungsspannung am Pin 9 an! (Schutzdiode der Darlington-Treiberschaltungen). Siehe hier:

Analoge Treiber-ICs wie z.B. die ULN200x-Serie bieten die Möglichkeit, das Vorhandensein der Betriebsspannung zu prüfen. Diese Bausteine haben ein 16-Pin-Gehäuse. Der „Massepin E“ ist Pin 8 (wie bei den meisten SO-Gehäusen) Bei der ULN-Serie liegt die Versorgungsspannung am Pin 9 an! (Schutzdiode der Darlington-Treiberschaltungen). Siehe hier:



Pinbelegung des ULN200x-Darlington-Treiber-IC / Eine Relais-Darlington-Treiberstufe



Auch andere kleinere Bausteine und Spannungsregler brauchen eine Versorgungsspannung. Das Pinning ist oft im Internet oder auf der Platine einfach zu finden, sodass man über diesen Weg die Versorgungsspannung verifizieren kann. Da sind auch die grauen oder bräunlichen, unbeschrifteten



ten SMD-Kondensatoren, die üblicherweise in digitalen Schaltungen sog. „Bypass“-Kondensatoren für die Stromversorgung benutzt werden. Auch hier kann man das Vorhandensein der Betriebsspannung der Schaltung überprüfen. Je größer die Kondensatoren, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass hier Betriebsspannung anliegt.

Wenn man für Messungen einen Masseanschluss sucht, sind die Gehäuse von Aluminium-Elkos ganz nützlich. Aber Vorsicht! – „Masse“ kann auch „Phase“ heißen und „beißen“!

Trenntrafo verwenden!

Hier ein kleiner Tipp, wie man einen billigen Isolationstrafo bekommen kann. Bei Halogen-Lampen wurden recht kräftige Trafos 220 V nach 12 V (meist Ringkerntrafos) mit bis zu 150 Watt verbaut. Sollte man zweier solcher Trafos – z.B. im Wertstoffhof – habhaft werden, kann man die 12 V-Wicklungen miteinander verbinden und hat so einen vollisolierten Trenntrafo von 220 V auf 220 V Ausgang. Ein kommerziell hergestellter Trenntrafo kostet etwa 150 € bis 200 €!

Für die relativ geringen Leistungen von Link-Switch-Netzteilen kann man auch 2 identische, kleinere Trafos verwenden. Je höher deren sekundäre Ausgangsspannung ist, wie z.B. in Stereoanlagen so 50 bis 60 Vac, desto besser. Dann braucht man noch ein passendes Gehäuse und eine der Leistung entsprechende Absicherung – und einen Isolationstest. Dieser kann mit einem VDE701/702-Messgerät erledigt werden, das in jedem Repair Café vorhanden sein sollte.

Das „VDE Kabel“

Dieser Tipp ist etwas auf der illegalen Seite. Ich benutze ein altes Netzkabel mit angespritztem Schukostecker und voll isolierten Quetsch-Kabelschuhen an den offenen Enden (Phase, Null- und Schutzleiter). Wenn möglich für Phase und Null eine gemeinsame Farbe der Hülle und gelb-grünes für den Schutzleiter-Kabelschuh. Ein weiteres gelb-grünes Kabel mit einer Länge von ca. 50 cm hat an einem Ende einen Doppel-Kabelschuh und am anderen Ende einen Bananenstecker. Diese Kabel verwende ich mit unserem Benning725 VDE701/702-Messgerät z.B. um Waschmaschinen-Heizstäbe auch außerhalb des Gerätes oder vor dem Einbau einer 500 V-Isolationsmessung zu unterziehen. Auch die Messung der Ableitströme ist so möglich. Das kleine gelb-grüne Kabel benötigt man, um beim Benning725 VDE701/702 Messgerät die Messung des Erdungswiderstands – der bei der Isolationsprüfung ja keine Rolle spielt – zu unterdrücken.

Aber auch bei der Reparatur von LNK304-bestückten Platinen ist diese „VDE“-Kabel sehr sinnvoll. Mit den vollisolierten Kabelschuhen kann der Platine die Netzspannung wesentlich sicherer zugeführt werden als z.B. bei der Verwendung von Hirschmann-Klemmen. Auch passen die Kontakte der Schuko-Stecker immer besser in die Steckdose des Trenntrafos als das „Fummeln“ mit Laborstrippen und Bananensteckern gegen die Steckdosen-Kindersicherung. Zu den Messungen eine Silikonmatte unterlegen und alle Werkzeuge wegräumen!

Und ganz klar:

Beim Messen immer – Finger weg vom Testobjekt!

Schlussbemerkung

Zum Abschluss möchte ich darauf hinweisen, dass die genannten Arbeiten nur von elektrotechnisch unterwiesenen Personen ausgeführt werden sollten. Dieses Dokument ist nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Auf Gefahren und deren Vermeidung wurde hingewiesen. Ist die Reparatur ausgeführt, sollte das Ergebnis zumindest durch eine zweite erfahrene Fachkraft geprüft werden! Wenn möglich ist der Test auf VDE701/702 nach dem Wiedereinbau des Leistungsteils durchzuführen und zu dokumentieren.

Repair Café Landsberg

Ulrich Libal

Im September 2020

Kontakt: u.libal@mnet-mail.de