

# صيانة Power Supply الكمبيوتر

تم تحميل هذا الكتاب من موقع كتب الحاسب العربية  
[www.cb4a.com](http://www.cb4a.com)  
Computer Books for Arab  
للمزيد من الكتب في جميع مجالات الحاسب والإلكترونيات ، تفضلوا بزيارتنا

## المهام التي يقوم بها أي Power Supply

تحويل جهد التغذية المتردد (220 VAC) إلى جهد متردد ذو قيمة أقل تناسب التطبيق.  
تقويم هذا الجهد المتردد المنخفض، وذلك بتحويله إلى جهد مستمر DC.  
تنعيم Smoothing هذا الجهد المستمر بإزالة التموجات الغير مرغوبة منه.  
تنظيم Regulation جهد الخرج Output Voltage بجعله لا يعتمد على التغير في  
جهد التغذية Input Voltage ولا على التغير في الحمل Load.  
عزل Isolation جهد الخرج Output Voltage تماما عن جهد الدخل Input Voltage.

## أنواع الـ Power Supply

### Linear Power Supply (LPS).

وينتشر وجود هذا النوع في سماعات الكمبيوتر Speakers التي تعمل بدون موائم للجهد Voltage Adapter. كذلك فإن موائم الجهد Voltage Adapter نفسه هو عبارة عن Linear Power Supply (LPS).

### Switchmode Power Supply (SMPS).

وينتشر وجود هذا النوع في شاشات الكمبيوتر، أجهزة الكمبيوتر المحمولة Laptop ، الطابعات الليزرية، أجهزة الفاكس، وماكينات تصوير المستندات. كما أن الـ Power Supply المستخدم في أجهزة الكمبيوتر هو من نوع SMPS.

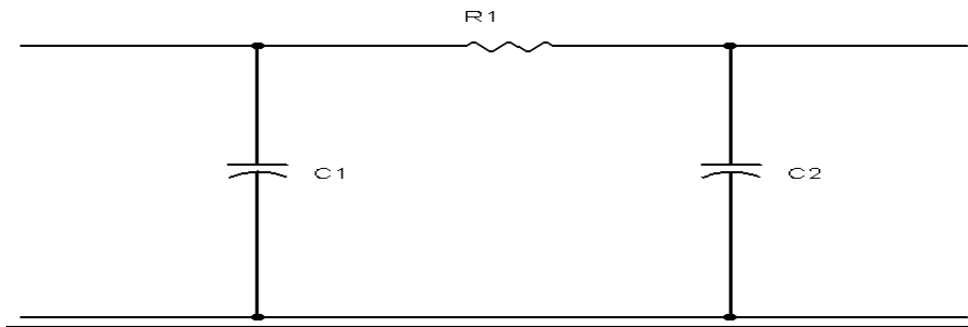
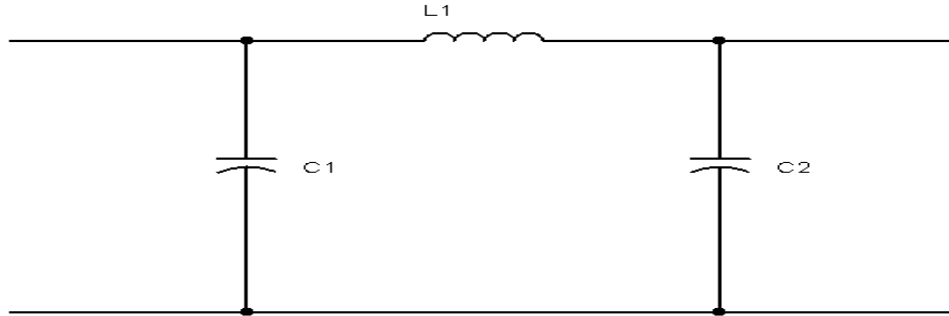
## المكونات الأساسية لـ Linear Power Supply

محول خافض للجهد Step-down Transformer لخفض جهد التغذية (220) VAC إلى جهد أقل يناسب التطبيق. ويقوم هذا المحول كذلك بعزل الحمل Load عن

1- دائرة تقويم لتحويل الجهد المتردد بين طرفي الملف الثانوي للمحول Secondary Coil إلى جهد مستمر. DC

2- دائرة تنعيم Smoothing باستخدام مكثفات كيميائية فقط أو بالاستعانة أيضا بملفات Coils أو مقاومات Resistors بحيث يتم توصيلها مع المكثفات في دائرة تعرف باسم. Low-pass Filter

من أشهر طرق التوصيل للحصول على دائرة Low-pass Filter دائرة C-L-C (pi) أو دائرة C-R-C (pi). ويبين الشكل التالي طريقة توصيل كلا منهما.



دائرة تنظيم للجهد Voltage Regulation ، وقد تأخذ أحد الصور التالية:

\* ثنائي زنر. Zener Diode

\* دائرة تنظيم للجهد مكونة من عدة ترانزستورات.

\* دائرة متكاملة لتنظيم الجهد ذات ثلاثة أطراف، مثل LM317 ، 7805 ، أو 7912. وتقوم دائرة تنظيم الجهد بأداء عملها عن طريق مقارنة جهد الخرج

بقيمة مرجعية ثابتة وضبط سريان التيار حتى يصبح جهد الخرج أقرب ما يمكن للقيمة المطلوبة.

## الـ Switchmode Power Supply

يسمى أيضا **Switching Power Supply** ، وأحيانا أخرى يسمى **Chopper Controlled Power Supply**.

يستخدم في هذا النوع من الـ **Power Supply** مكونات الكترونية يمكنها القيام بعملية الـ **Switching** عند تردد عالي جدا مقارنة بتردد جهد التغذية **50 Hz**. وتكون هذه المكونات الالكترونية دائرة الـ **Switcher** التي تقوم بتحويل جهد التغذية المتردد (الذي تم تقويمه في مرحلة سابقة) إلى مجموعة من النبضات ذات تردد عالي.

من أشهر المكونات الالكترونية المستخدمة في دوائر الـ **Switching**:

= ترانزستورات من نوع **BJT**.

= ترانزستورات من نوع **MOSFET**.

= ترانزستورات من نوع **IGBT**.

= الثايرستورات **Thyristors** ، وتشمل الـ **SCR** أو الترياك **Triac**.

فرق الجهد الداخل إلى دائرة الـ **Switcher** يكون ما بين **300-320 VDC** ، وينتج من تقويم فرق جهد التغذية (**220-240 VAC**).

يقوم محول إشارات عالية التردد (ذو ملفات ثانوية متعددة) بخفض الجهد الخارج من دائرة الـ **Switcher** في صورة نبضات إلى قيم الخرج المطلوب الحصول عليها. ويقوم هذا المحول كذلك بعزل الحمل **Load** عن مصدر التغذية **Line Power**.

يتم تقويم الجهود الخارجة من محول الإشارات عالية التردد بواسطة دائرة تقويم، ثم يتم تنعيمها باستخدام دائرة تنعيم من نوع **C-L-C (pi)** ، حيث يستخدم لبناء هذه الدائرة مكثفات كيميائية **Electrolytic Capacitors** وملف **Coil** صغير.

توجد تغذية مرتدة **Feedback** من ملف الخرج الثانوي الأساسي **Primary** **Output** إلى الملف الأولي **Primary Coil** للمحول. ويتم تحقيق هذه التغذية المرتدة إما باستخدام محول نبضات صغير أو باستخدام **Opto-isolator**.

تستخدم التغذية المرتدة **Feedback** للتحكم في عرض النبضة **Pulse Width**

وبالتالي في تردد النبضة **Pulse Frequency** الخارجة من دائرة الـ **Switcher** وذلك بهدف إبقاء جهد الخرج عند قيمة ثابتة.

مغيرات الجهد **DC-DC Converters** هي في الأساس دوائر **Switchmode Power Supply** ولكن بدون مرحلتي تقويم وتنعيم لجهد التغذية، حيث تقوم بتغيير قيمة جهد البطارية المستمر **DC** إلى القيم المطلوبة في الخرج. وتستخدم مغيرات الجهد في الأجهزة التي تعمل بالبطاريات مثل أجهزة الكمبيوتر المحمولة **Laptops**.

## وصف الـ Flyback Type SMPS

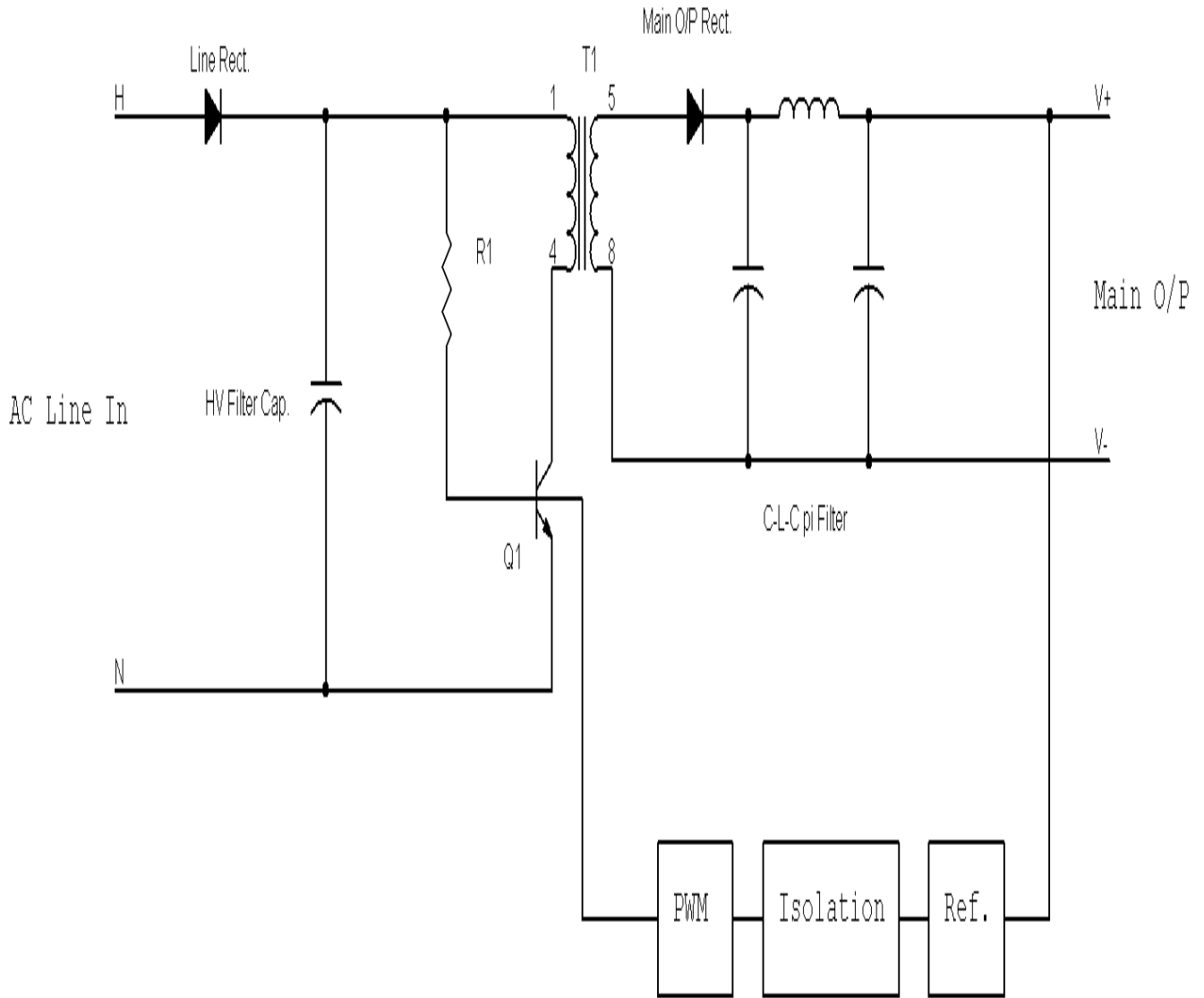
يزود هذا النوع من الـ **SMPS** بدوائر حماية ضد تداخل ترددات الراديو **RFI** وكذلك ضد العلو المفاجيء في جهد التغذية (وهو ما يعرف باسم **Surge** ، ويستمر لفترات قصيرة جدا). وتكون هذه الدوائر هي أول دوائر يمر عليها جهد التغذية داخل الـ **SMPS**.

تظهر دوائر الحماية ضد التداخل **RFI** في صورة مجموعة من الملفات والمكثفات، وتقوم بترشيح جهد التغذية من إشارات الشوشرة **Noise Signals** ، كما تقوم بمنع تسرب الإشارات عالية التردد المتولدة في دائرة الـ **Switcher** إلى خارج وحدة الـ **SMPS** تجنباً لحدوث شوشرة في الأجهزة الأخرى التي تعمل في نطاق ترددات الراديو مثل أجهزة الراديو والتليفزيون.

تظهر دوائر الحماية ضد حدوث **Surge** في صورة ما يعرف باسم **MOV** يتصل بأطراف الدخول **H, N, G**. كذلك يستخدم فيوز لحماية أشباه الموصلات الموجودة في دائرة الـ **SMPS** ضد علو التيار. وجدير بالذكر أن هذا الفيوز غير ذي فائدة في الحماية ضد علو التيار نتيجة للتحميل الزائد **Overloading**.

يتم تقويم جهد التغذية باستخدام دائرة تقويم من نوع القنطرة **Bridge Rectifier** وتعرف هذه الدائرة باسم الـ **Line Rectifier**.

## تبين شريحة العرض التالية رسم مبسط لتركيب ال-Flyback Type SMPS.

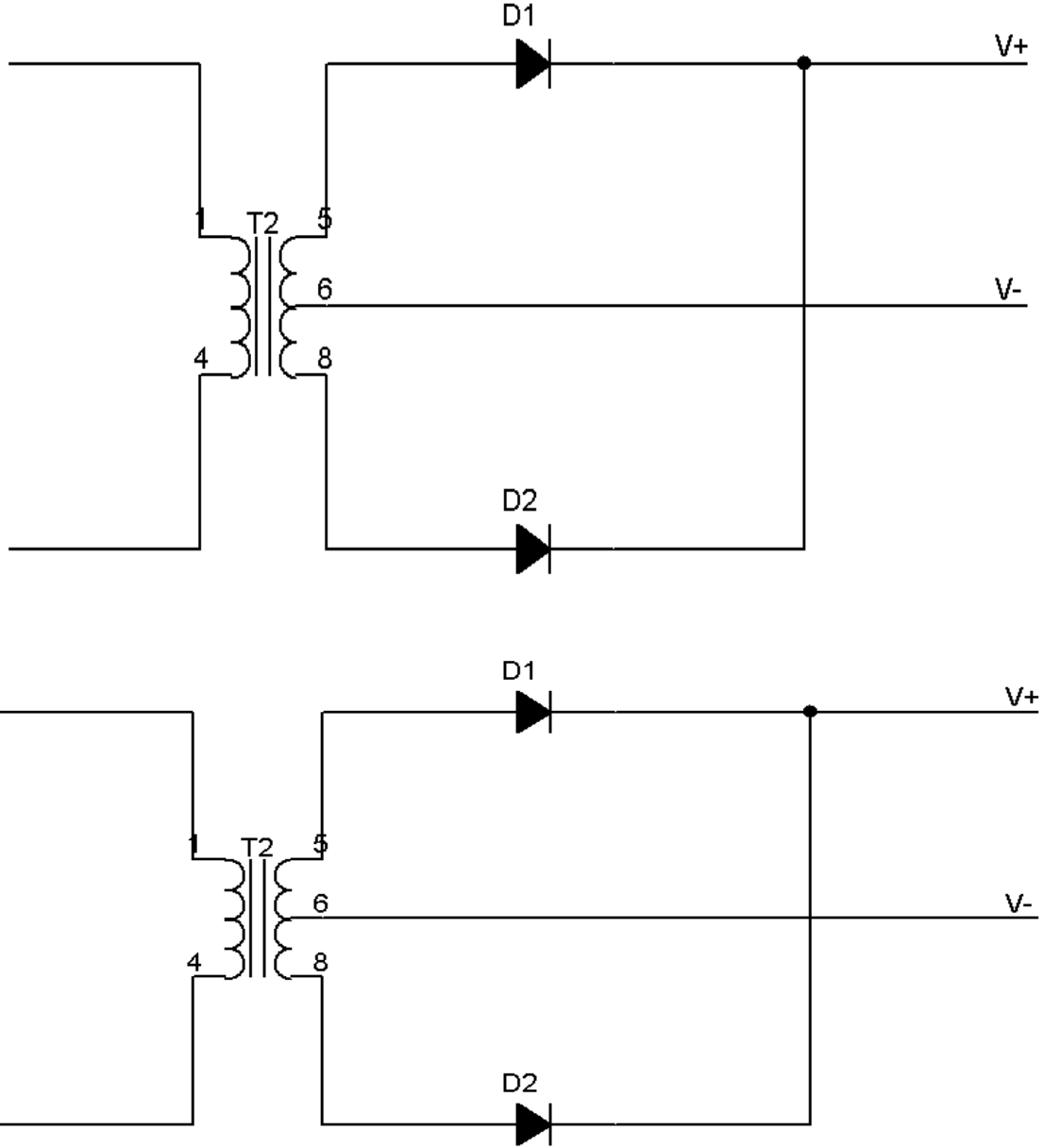


عندما يكون Q1 في وضع التوصيل ON ، يزداد التيار المار في الملف الأولي للمحول T1 خطياً. في هذه المرحلة ينتقل مقدار ضئيل جداً من الطاقة من الملف الأولي إلى الملف الثانوي للمحول.

عندما يصبح Q1 في الوضع OFF ، تنتقل الطاقة الكهربائية المخزنة في صورة مجال مغناطيسي من الملف الأولي إلى الملف الثانوي للمحول، فنحصل على جهد الخرج.

كلما زاد زمن بقاء Q1 في وضع التوصيل ON ، كلما زادت كمية الطاقة المخزنة. ومعنى ذلك أن عرض النبضة Pulse Width المتولدة من Q1 هو عامل مهم جداً في تحديد كمية الطاقة المتاحة للاستخدام عند الخرج.

دائرة تقويم الجهد الخارج من الملف الثانوي للمحول يجب أن تكون عالية الكفاءة ويمكنها العمل عند ترددات عالية، لذلك لا تصلح ثنائيات التقويم Rectifying Diodes من نوع 1N400x لبناء هذه الدائرة. وتكون هذه الدائرة موصلة في صورة دائرة تقويم موجة كاملة Full Wave Rectifier (FWR) من نوع Center-tapped كالمبينة في الشكل التالي.



تستخدم دائرة الترشيح من نوع C-L-C (pi) Filter لتنعيم الجهد الخارج من دائرة تقويم الجهد الخارج من الملف الثانوي للمحول.

تجدر الإشارة إلى أن المحول T1 محول من نوع خاص مصمم للعمل في طور الـ Flyback، وهو يختلف في تركيبه عن المحولات العادية.

يكون للمحول T1 عادة عدة ملفات ثانوية يمكن الحصول منها على مجموعة مختلفة من جهود الخرج.

وتكون هذه الملفات الثانوية معزولة عن بعضها كهربيا، ويستخدم واحد منها فقط

يسمى ملف الخرج الأساسي **Primary O/P Coil** لتحقيق عملية تنظيم جهد الخرج باستخدام التغذية المرتدة **Feedback** التي سبق الإشارة إليها.

يتم تحقيق عملية تنظيم الجهد **Voltage Regulation** باستخدام التغذية المرتدة **Feedback** بواسطة دائرة تقوم بمراقبة جهد الخرج على طرفي ملف الخرج الأساسي **Primary O/P Coil** ومقارنته بقيمة مرجعية ثابتة، ثم التحكم في عرض النبضة المتولدة من دائرة الـ **Switcher** لإبقاء جهد الخرج ثابتا.

المقاومة **R1** تعرف باسم **Startup Resistor** وعملها فإن دوائر الـ **Startup** تكون أكثر تعقيدا من ذلك، ويستخدم فيها عدد كبير من المقاومات. وفائدة دائرة الـ **Startup** أنها تقوم بتغذية قاعدة ترانزستور الـ **Switching** بتيار بدء التشغيل **Initial Current**.

تستخدم دائرة متكاملة تعرف باسم **PWM Controller** للتحكم في عرض النبضة المتولدة من دائرة الـ **Switcher**.

أي خلل في عمل دائرة الـ **PWM Controller** قد يتسبب في إبقاء **Q1** في وضع **ON** لفترة أطول من اللازم مما ينتج عنه وصول المحول **T1** إلى حالة التشبع **Saturation** واحتراقه.

يستخدم الـ **Opto-isolator** في العديد من وحدات **SMPS** لتحقيق التغذية المرتدة **Feedback**. والـ **Opto-isolator** هو عبارة عن ثنائي ضوئي **LED** و **Photodiode** داخل قطعة إلكترونية واحدة.

ويفيد الـ **Opto-isolator** في تحقيق العزل الكهربائي بين الجهد المنخفض على طرفي الملف الثانوي للمحول وبين الجهد العالي على طرفي الملف الأولي للمحول.

تقوم دائرة مرجعية **Reference Circuit** بمراقبة جهد الخرج على طرفي ملف الخرج الأساسي **Primary O/P Coil** ، وتقوم بتشغيل الثنائي الضوئي **LED** الموجود في الـ **Opto-isolator** عندما تتخطى قيمة الخرج القيمة المطلوبة.

عندما يحس الـ Photodiode الموجود في الـ Opto-isolator بالضوء المتولد من الـ LED يقوم بتقليل عرض النبضة المتولدة من دائرة الـ Switcher لإعادة ضبط جهد الخرج عند القيمة المطلوبة. ويمكن تحقيق ذلك في بتوصيل طرفي الـ Photodiode في دائرة تغذية قاعدة Q1 بحيث يفصل التغذية عنها في حالة زيادة جهد الخرج عن القيمة المحددة.

عادة ما تقوم المتكاملة TL431 أو ما يكافئها من المتكاملات من نوع Shunt Regulators بدور الدائرة المرجعية، حيث تقوم بمراقبة نصف قيمة جهد الخرج الأساسي Primary Output Voltage ، فإذا زادت قيمة جهد الخرج عن القيمة المحددة، تقوم متكاملة الـ Shunt Regulator بتشغيل الثنائي الضوئي LED الموجود في الـ Opto-isolator لتقليل عرض النبضة.

بعض وحدات SMPS تستخدم محول نبضات صغير كبديل للـ Opto-isolator لتحقيق التغذية المرتدة Feedback.

بعد تنعيم جهود الخرج باستخدام دوائر الترشيح C-L-C (pi) Filter تستخدم دوائر تنظيم لجهود الخرج.

## معايير الأمان التي يجب مراعاتها عند صيانة الـ SMPS

مصدر الخطر الرئيسي هو جهد التغذية المتردد 220 VAC وكذلك الشحنة المخزنة في المكثفات الكيميائية الموجودة في دائرة الترشيح الرئيسية 0HV Main Filter

والتي غالبا ما يستمر احتفاظها بشحنتها حتى بعد فصل جهد التغذية عن الـ SMPS. لذلك ينصح بتفريغ شحنة هذه المكثفات قبل البدء في إجراءات الصيانة وذلك باستخدام مقاومة 2W قيمتها توازي 5 إلى 50 أوم لكل (1 V) فمثلا إذا كان المكثف 200V

تستخدم لتفريغه مقاومة قيمتها ما بين 1K-10K. كذلك ينصح بقياس فرق الجهد على طرفي المكثف للتأكد من تمام تفريغه قبل البدء في إجراء الصيانة.



## ينصح بارتداء القائم بالصيانة لحذاء ذو نعل مطاطي.

ينصح ألا يعمل القائم بالصيانة في مكان يكون هو الشخص الوحيد فيه0 فوجود شخص آخر في المكان قد يكون حيويًا خاصة في حالات الطوارئ.

ينصح بعدم ارتداء القائم بالصيانة لأي حلي معدنية كالخواتم أو الساعات المعدنية أثناء إجراء عملية الصيانة0 حيث أن هذه الحلي يمكن أن تتسبب في حدوث صدمة كهربائية للقائم بالصيانة إذا لامست أحد نقاط الجهد العالي.

ينصح بالقيام بأعمال الصيانة على مكتب أو طاولة ذات سطح عازل للكهرباء لتجنب حدوث قصر Short على أقسام الدائرة أثناء إجراء الصيانة لها.

لا تستخدم الشاسيه المعدني كأرضي لأجهزة الاختبار التي تقوم باستخدامها في تشخيص العطل.

يراعى عند توصيل أطراف أجهزة الاختبار أن تكون الدائرة مفصولة عن مصدر التغذية، وينصح باستخدام Crocodile Clips أو بلحام أسلاك مؤقتة في نقاط الاختبار لتسهيل عملية القياس وضمان إتمامها دون مخاطر.

عند الحاجة لإجراء عملية القياس أثناء تشغيل الدائرة0 ينصح بتغطية الجزء المعدني المكشوف لأطراف مجسات جهاز القياس بشريط العزل الكهربائي عدا آخر 2 mm منه. كما ينصح باستخدام Crocodile Clip لتوصيل الطرف المرجعي لجهاز القياس بالأرضي المناسب في الدائرة حتى يمكنك إجراء عملية القياس بيد واحدة.

ينصح بإجراء أكبر عدد ممكن من الاختبارات قبل اللجوء إلى توصيل الدائرة بمصدر التغذية وتشغيلها.

لا تقم بإجراء عملية الصيانة وأنت مرهق، لأنك في هذه الحالة ستكون أقل حرصًا وتركيزًا.

لا تقم بافتراض أي شيء بدون أن تتأكد منه بنفسك.

## طريقة الحمل المتتالي Series Load Method لمبة السريا بالتوالي

تستخدم هذه الطريقة عند تشغيل الـ **SMPS** لأول مرة بعد الانتهاء من إجراء الصيانة له. وفائدة هذه الطريقة أنها تقلل من احتمال تلف القطع الالكترونية التي تم تغييرها أثناء إجراء الصيانة في حالة عدم حل المشكلة بصورة تامة. ويتم ذلك عن طريق توصيل حمل على التوالي مع الـ **SMPS** للحد من التيار المار في أشباه الموصلات الموجودة بداخل الـ **SMPS** ومن ثم حمايتها من التلف في حالة استمرار وجود سبب العطل.

عادة ما يستخدم مصباح كهربئي عادي ليلعب دور الحمل المتتالي. **Series Load**

توهج المصباح الكهربئي بشدة في البداية ثم انخفاض درجة توهجه بعد ذلك يكون نتيجة لشحن مكثفات الترشيح، ثم انخفاض شدة التيار المار في باقي الدائرة وهو ما يحدث عندما يكون الـ **Power Supply** سليما.

توهج المصباح الكهربئي وانطفأؤه بصورة مستمرة (**Pulsating**) يشير إلى أن الـ **Power Supply** يبدأ في العمل ثم يتوقف نتيجة لوجود تيار زائد **Overcurrent** أو جهد زائد **Overvoltage**. وقد يكون ذلك بسبب وجود مشكلة في دوائر الـ **Power Supply** أو لأن المصباح الكهربئي المستخدم كحمل متتالي قدرته صغيرة بالنسبة لقدرة الـ **Power Supply**.

توهج المصباح الكهربئي بشدة **Full brightness** يشير إلى وجود قصر **Short Circuit** أو إلى تحميل الـ **Power Supply** بحمل زائد.

يعتبر مصباح كهربئي ذو قدرة **40W** مناسباً للاستخدام كحمل متتالي عند صيانة دائرة الـ **Power Supply** الخاصة بـ **Laptop**.

يعتبر مصباح كهربئي ذو قدرة **100W** مناسباً للاستخدام كحمل متتالي عند صيانة دائرة الـ **Power Supply** الخاصة بجهاز الكمبيوتر العادي.

يراعى استخدام حمل متتالي صغير في البداية ثم زيادته إذا لزم الأمر. ويحظر البدء بحمل متتالي كبير مباشرة.

# المكونات الالكترونية الموجودة في وحدة التغذية الكهربائية للكمبيوتر SMPS

## ترانزستورات الـ Switching

قد تكون ترانزستورات عالية القدرة من نوع BJT. وتبدأ رموز هذه الترانزستورات عادة بـ BU أو 2SD أو 2SC.

تنحصر غالبية أعطال هذه الترانزستورات في وجود إما وصلة مقصورة Short Junction أو وصلة مفتوحة Open Junction. ويتم اختبارها باستخدام جهاز DMM.

يمكن استبدال التالف من هذه الترانزستورات ببديل على أن يكون له على الأقل نفس الـ Current Rating والـ Voltage Rating ، أو أعلى قليلاً.

قد تكون ترانزستورات عالية القدرة من نوع MOSFET. وتبدأ رموز هذه الترانزستورات عادة بـ 2SK ، وينتشر استخدامها في وحدات الـ SMPS حديثة التصميم.

يحتاج فحص هذا النوع من الترانزستورات إلى استخدام ما هو أكثر من جهاز الـ DMM ، ولكن بصفة عامة إذا كان الترانزستور غير مقصور Shorted فهناك احتمال لا بأس به أنه سليم ، وهنا يجب فحص دائرة بدء التشغيل Startup Circuit ، وكذلك التأكد من أن ثنائي زنر ( 15V أو 18V ) الموصل بين البوابة (G) والمصدر (S) سليم ، حيث أنه عادة ما يتلف إذا كان الـ MOSFET تالفاً.

إذا كنت تستطيع الحصول على أي خرج من الـ Power Supply حتى ولو كان خرجاً ضعيفاً ، فهذا دليل على أن ترانزستور الـ Switching سليم.

## ترانزستورات الـ BJT

عادة ما تكون ترانزستورات صغيرة Small BJTs ، وتستخدم في دوائر التغذية المرتدة Feedback وكذلك في دوائر التحكم Control Circuits.

يمكن اختبارها باستخدام جهاز DMM بحثاً عن وصلات مقصورة Short Junctions أو وصلات مفتوحة Open Junctions ، واستبدال التالف منها.

أحيانا يحدث تسريب للتيار في أحد هذه الترانزستورات يتسبب في رفض الـ Power Supply أن يعمل.

**الثنائيات Diodes ودوائر التقويم Rectifiers**  
يستخدم عادة مقوم للجهد من نوع Bridge Rectifier أو مجموعة مكونة من 4 ثنائيات تقويم Rectifier Diodes لتقويم جهد التغذية المتردد AC Line Voltage.

تستخدم ثنائيات تقويم عالية الكفاءة ومن نوع ( Fast Recovery Diodes التي يمكنها تقويم إشارات عالية التردد) في دوائر تقويم جهود الخرج (والتي تكون متصلة بالملف الثانوي لمحول الإشارات عالية التردد).  
أحيانا تأخذ هذه الثنائيات الشكل المعتاد (الاسطواني) أو تكون مجمعة في مجموعات من اثنين داخل غلاف من نوع TO220

يتم فحص هذه الثنائيات بحثا عن وجود Short أو Open باستخدام جهاز DMM. وتجدر هنا الإشارة إلى أنه أحيانا تكون نتيجة اختبار هذه الثنائيات سلبية (أي أنها سليمة) 0  
ولكن يحدث فيها قصر Short عند تطبيق جهد التشغيل عليها  
لذلك يكون من الأفضل في بعض الحالات تغييرها جميعا بغض النظر عن نتيجة اختبار القصر.

إذا قمت بفصل ترانزستور الـ Switching ومكثفات الترشيح الرئيسية Main Filter Capacitors المتصلة بجهد التغذية المتردد AC واستمر الـ Power Supply بعدها في حرق الفيوز 0  
فمعنى ذلك أن ثنائيات تقويم جهد التغذية المتردد تالفة وتحتاج للتغيير.

يمكن فصل ثنائيات تقويم جهود الخرج لواحد بعد الآخر واختبار الـ Power Supply بدونه لنرى إن كان سيعمل أم لا 0  
وهذا الإجراء لا توجد فيه مجازفة كبيرة طالما ابتعدنا عن فصل ثنائيات تقويم جهد الخرج الرئيسي Primary O/P Voltage. ويتم هذا الإجراء في وجود حمل زائف Dummy Load.

تستخدم عادة في دوائر الحماية من ارتفاع الجهد **Overvoltage Protection Circuitry**.

يتم اختبار الـ SCR الموصل بالخرج الذي لا يظهر بحثاً عن وجود قصر Short فيه. متكاملة من نوع **Shunt Regulator** من أشهرها وأكثرها شيوعاً المتكاملة **TL431**.

تأخذ هذه المتكاملة أحد شكلين، إما **TO92** أو **8-pin DIP**.

لهذه المتكاملة ثلاثة أطراف فعالة، هي الأطراف **A** و **C** و **R**. ويمر التيار من الطرف **C** إلى الطرف **A** إذا كان فرق الجهد **R-A** أكبر من **2.5V**.

في حالة وجود قصر Short في هذه المتكاملة فإن الـ **Power Supply** إما أنه يفصل **Turn Off** أو يعمل ولكن يعطي جهود خرج ضعيفة.

أفضل طريقة لاختبار هذه المتكاملة هو استبدالها بأخرى سليمة واختبار الـ **Power Supply**.

## العازل الضوئي Opto-isolator

يأخذ شكل متكاملة IC من نوع **4-pin DIP** أو **6-pin DIIP**، وقد يأخذ شكل اسطواني ذو أربعة أطراف.

يستخدم في دوائر التغذية المرتدة **Feedback** المستخدمة لتحقيق عملية تنظيم الجهد **Voltage Regulation**.

يمكن اختبار به بتغذية أطراف الـ **LED** بتيار **10-20 mA** ومراقبة تناقص المقاومة بين طرفي الـ **Photodiode**. ولكن هذا الاختبار لا يفيد إذا كان الـ **Opto-isolator** ضعيفاً، لذلك يفضل استبداله مباشرة.

## المكثفات Capacitors

مكثفات الترشيح تكون مكثفات كيميائية **Electrolytic Capacitors** وتستخدم لتنعيم جهد التغذية المتردد بعد تقويمه، وكذلك تستخدم لترشيح جهود الخرج. يفيد الفحص الظاهري لهذا النوع من المكثفات كثيرا، حيث يجب ألا تكون هناك أي آثار لتغير في لون المكثف، كذلك يجب ألا تكون هناك آثار لانتفاخ أو تورم المكثف. يتم اختبار هذه المكثفات بحثا عن **Short** أو **Open**. يجب الانتباه إلى أنه بعض المكثفات التي يتم اختبارها قد يظهر من الاختبار أنها سليمة ومع ذلك لا تعمل بصورة سليمة نتيجة لزيادة المقاومة المتتالية الفعالة للمكثف وتعرف باسم **ESR** والتي تزداد قيمتها عندما يجف السائل داخل المكثف الكيميائي.

المكثفات المستخدمة في دوائر ترشيح ترددات الراديو **RFI Circuitry** تكون من النوع اللاقطبي **Non-polar Capacitors** وتكون أصغر حجما من المكثفات الكيميائية.

ونادرا ما تتلف هذه المكثفات.

يصعب اختبار هذا النوع من المكثفات باستخدام جهاز **DMM** وذلك لعدم قدرة هذا الجهاز على الإحساس بالسعة الصغيرة جدا **Very Small Capacitance** لهذه المكثفات، لذلك ينصح بتغييرها مباشرة في حالة الشك أنها تالفة.

## المقاومات Resistors

يتم اختبارها بجهاز الـ **DMM** ومقارنة القيم المقاسة مع القيمة المسموحة.

يتم اختبارها بعد فصلها أو فصل أحد أطرافها من الدائرة لضمان الحصول على قراءات صحيحة.

المقاومات المستخدمة في دوائر بدء التشغيل **Startup Circuits** عادة ما تصبح **Open**. وينتج عن ذلك أن يرفض الـ **SMPS** أن يعمل ولكن دون احتراق الفيوز أو المقاومات الفيوزية.

## المقاومات الفيوزية Fusible Resistors

يكتب على اللوحة المطبوعة بجوار هذا النوع من المقاومات الرمز **FR**.

تشبه في شكلها مقاومات القدرة **Power Resistors** ، ويكون لونها أزرق أو رمادي ، وأحيانا تأخذ شكل مستطيل من السيراميك.

يجب أن يكون البديل مطابق تماما للقطعة الأصلية التالفة.

تستخدم هذه المقاومات عادة للحماية ضد زيادة التيار. **Overcurrent Protection**.

في حالة تلف أحد هذه المقاومات فمعنى ذلك وجود قصر في أحد أشباه الموصلات، ولذلك ينبغي فحص جميع أشباه الموصلات الموجودة في دائرة الـ **Power Supply**. كذلك يجب فحص جميع المقاومات حتى وإن كانت تبدو سليمة.

عادة ما تكون قيم هذه المقاومات أقل من 1W، وأحيانا تكون أكبر من ذلك.

## MOV (Metal Oxide Varistor) الـ

يشبه الـ MOV في الشكل المكثفات الاقطبية، ويأخذ شكل قرص مغلف بطبقة بلاستيكية.

يستخدم للحماية ضد الارتفاعات اللحظية المفاجئة في جهد التغذية المعروفة باسم **Surge** وهو ينفجر عند إحساسه بوجود **Surge**.

لحماية من الـ **Surge** ، يستخدم MOV واحد بين الطرفين **Hot (H)** و **Neutral (N)**، أو يستخدم ثلاثة من الـ MOV يتم توصيلها بين **H-N** و **H-G** و **N-G**.

عند اختبار MOV سليم باستخدام جهاز **DMM** يجب أن تكون مقاومة الـ MOV لانهائية.

## المقاومات الحرارية Thermal Resistors

تستخدم مقاومات حرارية من نوع **NTC** ذات معامل حراري سالب **Negative Thermal Coefficient** للحد من زيادة التيار في حالة حدوث **Surge**.

يتم توصيل مقاومة واحدة أو مقاومتين من هذا النوع على التوالي مع مصدر التغذية المتردد **AC**.

تكون مقاومة هذا النوع من المقاومات كبيرة عندما تكون باردة، وتقل مقاومتها تدريجيا مع ارتفاع الحرارة الناتج عن مرور التيار بها.

تشبه هذه المقاومات المكثفات اللاقطبية، ولكنها تكون أكثر سمكا وتأخذ شكل قرص.

## المحولات Transformers

محول الـ Flyback يكون من محولات الإشارات عالية التردد High Frequency Transformers.

المحولات المستخدمة في التغذية المرتدة Feedback تكون أيضا محولات إشارات عالية التردد، وتكون من نوع Toroidal أو E-I core type.

يصعب الحصول على بديل لمحول Flyback في حالة تلفه وذلك لاختلاف هذا المحول في كل نوع وموديل من الـ Power Supply عن الآخر.

يمكن اختبار المحولات بسهولة بحثا عن وجود Open بين أطراف ملفاتها سواء الملف الأولي أو الثانوي، لكن بعض المحولات تستخدم ملفات للتغذية المرتدة Feedback والتي تجعل من عملية اختبار المحول عملية صعبة مالم يتوفر رسم Schematic للدائرة.

### الأعطال الناتجة عن تلف هذه المحولات تعتبر نادرة.

تستخدم أحيانا محولات إشارات عالية التردد كبديل للـ Opto-isolator ، ونادرا ما تتسبب هذه المحولات في أعطال.

## الملفات Inductors

تستخدم عادة مع المكثفات في دوائر الترشيح، خاصة في دوائر C-L-C (pi).

يتم اختبارها بحثا عن وجود Open ، مما يعني أنها تالفة. ولكن يصعب التأكد من وجود Short بها.

في حالة الشك في أن أحد الملفات هو المتسبب في العطل، يمكن فصله من الدائرة واستبداله بقطعة من السلك وملاحظة إن كان العطل سيختفي أو لا.

يندر حدوث أعطال بسبب تلف الملفات المستخدمة في مرشحات RFI.



## المراوح Fans

تستخدم المراوح لتحسين سريان الهواء داخل وحدة الـ **Power Supply** بهدف تبريد المكونات الالكترونية وحمايتها من التلف نتيجة لحدوث **Overheating**.

يمكن عمل اختبار سريع للمروحة بفصل التغذية عن الـ **Power Supply** وتدوير المروحة باليد ثم تركها، فإذا استمرت في الدوران لمدة ثانيتين على الأقل فإنها تكون سليمة.

أحيانا يتلف موتور المروحة تلفا جزئيا، ويظهر أثر ذلك في عدم دوران المروحة عند التشغيل إلا إذا تم دفعها باليد.

بعض وحدات الـ **Power Supply** المتطورة تكون مزودة بدائرة حساس لدرجة الحرارة **Temperature Sensing Circuitry** وذلك بهدف التحكم في سرعة دوران المروحة تبعا للتغير في درجة الحرارة. في هذا النوع من وحدات الـ **Power Supply** قد يتسبب وجود عطل في دائرة الإحساس بدرجة الحرارة في عدم دوران المروحة بسرعة كافية للقيام بالتبريد بصورة سليمة 0

## الأعطال الشائعة في الـ SMPS

### 1- العطل الاول

حدوث قصر **Short** في بعض المكونات المتصلة بالملف الأولي لمحول الإشارات عالية التردد، مثل ثنائيات التقويم **Rectifier Diodes** أو مكثفات الترشيح **Filter Capacitors** أو الـ **MOV's** أو أي مكونات أخرى في الدوائر التي تسبق دائرة الـ **Switcher**. ويقترن ذلك باحتراق الفيوز (يتبخر أو ينفجر) ما لم يكن محميا بمقاومة فيوزية.

### أعراض هذا العطل

هي أن الـ **Power Supply** لا يعمل، ويحترق الفيوز حتى بعد فصل ترانزستور الـ **Switching** من الدائرة، ما لم يكن الفيوز محميا بمقاومة فيوزية.

### الإصلاح والصيانة

هذا العطل يلزم اختبار جميع المكونات الالكترونية (وبصفة خاصة أشباه الموصلات) الموجودة في الدوائر الموجودة بين مصدر التغذية والملف الأولي لمحول الإشارات عالية التردد، والتأكد من عدم حدوث قصر **Short** في أي منها، ثم تغيير التالف منها.

## 2- العطل الثاني

حدوث قصر في ترانزستور الـ **Switching** غالبا ما يقترن هذا العطل باحتراق بعض المكونات الأخرى مثل المقاومات الموجودة في دوائر الباعث **Emitter** والمجمع **Collector** إذا كان الترانزستور المستخدم من نوع **BJT**، أو المقاومات الموجودة في دوائر الـ **Source** والـ **Drain** وكذلك ثنائي زنر **Zener Diode** وغالبا ما يكون زنر **15V** أو **18V** المستخدم بغرض الحماية في دائرة البوابة **Gate** إذا كان الترانزستور المستخدم من نوع **MOSFET**.

يقترن هذا العطل أيضا باحتراق الفيوز مالم يكن محميا بمقاومة فيوزية.

## أعراض هذا العطل

هي أن الـ **Power Supply** لا يعمل، ويحترق الفيوز مالم يكن محميا بمقاومة فيوزية.

بقياس المقاومة بين **C-E** في حالة ترانزستور **BJT** أو بين **D-S** في حالة ترانزستور **MOSFET** نحصل على قيمة قريبة جدا من **W.0**

## الإصلاح والصيانة

يتم إصلاح هذا العطل بتغيير ترانزستور الـ **Switching** المقصور وأي مكونات أخرى تالفة، ثم اختبار الـ **Power Supply** باستخدام طريقة الحمل المتتالي **Series Load**.

## 3- العطل الثالث

حدوث قصر في ثنائيات التقويم **Rectifier Diodes** المتصلة بالملف الثانوي لمحول الإشارات عالية التردد.

إذا كان الـ **Power Supply** غير مزود بدوائر حماية ضد زيادة التيار **Overcurrent Protection**، يؤدي هذا العطل إلى احتراق ترانزستور الـ **Switching** والمكونات الالكترونية الملحقة به كما سبق وشرحنا في العطل رقم (2). إذا كان الـ **Power Supply** مزود بدوائر حماية ضد زيادة التيار **Overcurrent Protection**، فإن هذا العطل يظهر على هيئة صوت **tweet-tweet-tweet** أو **flub-flub-flub** يتكرر بصورة دورية، حيث يحاول الـ **Power Supply** أن يبدأ في العمل ثم يفصل.

## الإصلاح والصيانة

لإصلاح هذا العطل يلزم إجراء اختبار القصر **Short Circuit Test** على ثنائيات التقويم **Rectifier Diodes** المتصلة بالملف الثانوي لمحولات الإشارات عالية التردد، وتغيير المقصور منها. وتجدر هنا الإشارة إلى أنه أحيانا تكون نتيجة اختبار هذه الثنائيات سلبية (أي أنها سليمة)، ولكن يحدث فيها قصر **Short** عند تطبيق جهد التشغيل عليها، لذلك يكون من الأفضل في بعض الحالات تغييرها جميعا بغض النظر عن نتيجة اختبار القصر.

ثنائيات التقويم **Rectifier Diodes** المتصلة بالملف الثانوي لمحولات الإشارات عالية التردد تشبه إلى حد كبير ثنائيات التقويم العادية من نوع **1N400x** مثل الثنائي **HFR854** ، ولكن بعضها يأخذ شكل **TO220** مثل الثنائي **C92M**.

يتم توصيل كل اثنين من هذه الثنائيات عند طرفي الكاثود للحصول على جهد خرج موجب، أو يتم توصيلهما عند طرفي الأنود للحصول على جهد خرج سالب.

يتم توصيل هذه الثنائيات مع محول بطريقة **Center-tapped** ، أو يتم توصيلهما متوازيين.

إذا كانت هذه الثنائيات مستخدمة مع جهد من جهود الخرج الثانوية وليس جهد الخرج الأساسي الذي تتم عليه عملية التنظيم بواسطة التغذية المرتدة **Feedback** فإنه يمكن فكها من الدائرة وتشغيل الدائرة بدونها وملاحظة إن كان العطل سيختفي أم لا.

## 4- العطل الرابع

حدوث عطل في دائرة الـ **Startup**.

يتم تزويد قاعدة **Base** أو بوابة **Gate** ترانزستور الـ **switching** بالتيار اللازم لتشغيله عند بدء تشغيل الـ **Power Supply** من جهد التغذية المتردد عبر مقاومة أو مجموعة من المقاومات عالية القيمة والقدرة. ويحدث هذا العطل نتيجة حدوث **Open** لأحد هذه المقاومات.

يظهر هذا العطل في صورة أن الـ **Power Supply** لا يعمل، بالرغم من عدم احتراق الفيوز، وفي نفس الوقت فإن اختبار القصر **Short-circuit Test** لأشباه الموصلات يعطي نتيجة سلبية أي أنها سليمة.

## الإصلاح والصيانة

لإصلاح هذا العطل يلزم قياس قيمة كل من المقاومات الموجودة في دائرة الـ **Startup** وتحديد أيها **Open** ثم تغييره. ولكن يجب الأخذ في الاعتبار أن نتيجة اختبار هذه المقاومات تتأثر بالشحنة الموجودة على مكثفات الترشيح الرئيسية، لذا يلزم تفريغ هذه المكثفات قبل اختبار هذه المقاومات.

## 5- العطل الخامس

جفاف مكثفات الترشيح الكيميائية الموجودة في دائرة الملف الأولي أو دائرة الملف الثانوي لمحول الإشارات عالية التردد.

ينتج عن حدوث **Open** في مكثفات الترشيح الرئيسية **Main Filter Capacitors** أو جفافها أن يصبح جهد الخرج في صورة نبضات ذات تردد 50 Hz، وينتج عن ذلك مشكلات مرتبطة بتنظيم الجهد. **Voltage Regulation.**

## الإصلاح والصيانة

### يمكن اختبار

هذه المكثفات بقياس فرق الجهد بين طرفي كل منها، فإن وجد أن فرق الجهد بين طرفي المكثف منخفض وينخفض إلى قيمة أقل أو يصبح صفراً عند فصل مصدر التغذية عن الـ **Power Supply** فمعنى ذلك أن المكثف تالف وبحاجة للتغيير.

### يمكن اختبار

هذه المكثفات أيضاً باستخدام جهاز الـ **Oscilloscope** وملاحظة التموجات **Ripples** في موجة الجهد. فإذا لوحظ وجود زيادة في التموجات عند تحميل الـ **Power Supply** فإن معنى ذلك أن هذه المكثفات تالفة وبحاجة للتغيير.

### في بعض الحالات

تنخفض سعة مكثفات الترشيح الرئيسية بدرجة كبيرة أو تصبح هذه المكثفات **Open** ، وقد يؤدي ذلك إلى تلف ترانزستور الـ **Switching** واحترق الفيوز أو المقاومات الفيوزية، ومن ثم يرفض الـ **Power Supply** أن يعمل. لذلك ينصح دائماً بمراجعة مكثفات الترشيح الرئيسية عند إصلاح **Power Supply** وجد أن ترانزستور الـ **Switching** فيه محروق.

### عندما تتلف

مكثفات الترشيح الموجودة في دوائر الخرج (المتصلة بالملف الثانوي لمحول الإشارات عالية التردد)، يتسبب ذلك في حدوث مشاكل في عملية تنظيم الجهد **Voltage Regulation.**

### في بعض الحالات

تستخدم مكثفات لتغذية جهد الخرج الرئيسي **Primary Output Voltage** إلى الدائرة المتكاملة المتحكم في تنظيم الجهد **Regulator Controller** ، وذلك للحد من اندفاع التيار في لحظة التشغيل. حدوث تسريب **Leakage** في أحد هذه المكثفات نتيجة لتلفه يؤدي إلى مشاكل في عملية تنظيم الجهد، والتي تؤدي بدورها إلى انخفاض جهد الخرج الرئيسي عن القيمة المطلوبة وبالتالي انخفاض باقي جهود الخرج عن القيمة المطلوبة

عند استخدام متكاملة مثل UC3842 للتحكم في تنظيم الجهد، فإن تلف مكثف متصل بطرف Vcc لهذه المتكاملة قد يؤدي إما إلى عدم بدء التشغيل Startup ، أو إلى تكرار محاولة بدء التشغيل وفشلها فيما يعرف باسم الـ Cycling Behavior ، حيث نحصل على جهد الخرج لثواني قليلة ثم ينقطع. وسبب حدوث ذلك أنه في كل مرة تقوم فيها المتكاملة بإرسال نبضة إلى ترانزستور الـ Switching لا تجد القدر الكافي من جهد التغذية لها على الطرف Vcc.

## 6- العطل السادس

مشاكل بسبب التوصيل السيئ نتيجة لحاجة بعض نقاط اللحام للمراجعة. تحدث هذه المشكلة بسبب تشقق نقاط اللحام عند أطراف المكونات الالكترونية عالية القدرة High Power Components ، مثل الترانزستورات، المقاومات عالية القدرة Power Resistors ، والمحولات. تظهر أعراض هذا العطل في صور متعددة كأن يرفض الـ Power Supply العمل، أو أن يعمل بصورة غير مستقرة.

## الإصلاح والصيانة

يلزم لإصلاح هذا العطل أن يتم فحص اللحامات بدقة باستخدام العدسة المكبرة وفي وجود إضاءة قوية.

## 7- العطل السابع

علو أو انخفاض جهود الخرج عن القيم المسموحة. يمكن تصحيح قيم جهود الخرج باستخدام مقاومة متغيرة مخصصة لذلك إن وجدت. فإذا لم تحل المشكلة بهذه الطريقة، ينبغي القيام بفحص قسم التغذية المرتدة Feedback في دائرة تنظيم الجهد Voltage Regulator ، وتحديد الـ Opto-isolator والدوائر المتصلة به.

## الإصلاح والصيانة

إذا كان

الـ Opto-isolator ضعيفا . بسبب تلف الـ LED فإن ذلك قد يتسبب في الحصول على جهود خرج أعلى من القيم المسموحة.

إذا كان

الـ Photodiode الموجود في الـ Opto-isolator مقصورا Shorted Out فإن هذا قد يمنع بدء التشغيل Startup.

إذا كان

الـ Photodiode الموجود في الـ Opto-isolator في حالة Open فإن هذا قد يتسبب في تلف ترانزستور الـ Switching.

## الأصوات التي يصدرها الـ SMPS

عندما يعمل الـ SMPS بصورة طبيعية فإنه لا يصدر أي أصوات تقريبا باستثناء صوت المروحة.

عندما يصدر الـ SMPS صوت chirp-chirp-chirp أو tweet-tweet-tweet أو flub-flub-flub ، فإن هذا يكون مؤشرا لحدوث قصر Short Circuit في دوائر تقويم جهد الخرج (التمصلة بالملف الثانوي لمحول الإشارات عالية التردد)، أو أن الحمل Load المتصل بالـ SMPS يسحب تيار أكبر من المسموح وهو ما يعرف بـ Current Overload .  
ويظهر العرض بهذه الصورة لأن الـ SMPS يحاول أن يعمل ولكنه يفصل بسبب التحميل الزائد. Overload.

عندما يصدر الـ SMPS طنينًا مسموعًا Audible Whine فإن هذا يكون مؤشرًا أيضًا لوجود تحميل زائد Overload أو وجود قصر Short Circuit في أحد أشباه الموصلات مثل ثنائيات زنر. (Zener Diodes)

عندما يصدر الـ SMPS صوت tick-tick-tick فإن هذا يشير إلى أن الحمل المتصل به يسحب تيار صغير جدًا أو أنه غير محمل.  
ويظهر العرض بهذه الصورة لأن الـ SMPS يقوم بتكرار دورة بدء التشغيل Startup التي تفشل في كل مرة نتيجة عدم قدرة الـ SMPS على تثبيت جهد الخارج من دائرة تنظيم الجهد عند قيمة آمنة وذلك لعدم تحميل الـ SMPS بحمل ملائم.

تصدر الملفات Inductors الموجودة في دوائر الـ SMPS أحيانًا صوت هسيس Hissing ، وهو أمر يكون طبيعيًا في معظم الحالات.  
ويحدث هذا عادة عند تحميل الـ SMPS بحمل صغير.

# الطريقة العامة لصيانة الـ SMPS

تأكد من أن الفيوز ليس محروقا بسبب التحميل الزائد. Overload.

حدد نوع وسبب المشكلة. هل هي:

مشكلة Startup.

احتراق أحد المكونات الالكترونية بسبب حدوث قصر. Short.  
مشكلة في قيم الخرج.

مشكلة بسبب زيادة التموجات. Ripples.

حدد قيم الخرج الصحيحة.

حدد أي جهود الخرج هو جهد الخرج الرئيسي Primary O/P Voltage الذي تتم  
عليه عملية تنظيم الجهد Voltage Regulation

قم بفصل الأحمال الحقيقية Real Loads عن الـ Power Supply أثناء إجراء  
الصيانة.

يمكنك توصيل أحمال زائفة Dummy Loads لتشخيص العطل أو لتجربة الـ  
Power Supply بعد الانتهاء من إجراء الصيانة له وقبل توصيل الأحمال الحقيقية .  
ويراعى عند استخدام أحمال زائفة Dummy Loads أن يتم اختيارها بحيث تسحب ما  
بين 5-20% من تيار التحميل الكامل Full Load Current ،  
وأن يتم توصيل الحمل الزائف على أطراف جهد الخرج الرئيسي Primary O/P  
Voltage.

## واليكم اخيرا قاعدة الصيانة الاساسية

- 1- دراسة علم الالكترونيات ومعرفة الاساسيات
- 2- الاطلاع على كل ما هو جديد فى مجال الالكترونيات
- 3- الممارسة الفعلية فى هذا المجال
- 4- قبل فتح اى جهاز لعمل الصيانة والاصلاح ، تأكد من  
الاسباب الظاهرية للعطل ، ثم فكر وحل العطل ، ثم ابدأ

