

ELEKTRONİK KARTLARDA MALZEME SEVİYESİNDE ARIZA BELİRLEME

Önder ŞİŞER - *Elektronik Yüksek Mühendisi, Yayın Kurulu Başkanı*

onder@reelektronik.com

Bu yazımızda arızalı elektronik kartlarda elektronik malzeme seviyesinde arızanın belirlenmesi teknikleri ve adımları anlatılacaktır. Burada tüm elektronik kartlarda malzeme seviyesinde arızanın en hızlı bulunabileceği bir algoritmik yaklaşım sunacağız.

Arızanın giderilmesi rasgele değil, sistematik ve akılcı bir sırayla olmalıdır. Her sistem, cihaz veya elektronik kart için adım adım arıza belirleme algoritması oluşturulmalıdır. Arızalı sistem veya cihaza ait bakım kitabında bu algoritmik arıza belirleme bilgileri mevcut değil ise, işletmedeki bakımcı teknik arkadaşların tecrübeleriyle etüt edip, tartışarak oluşturulmalıdır. Her yıl teknik ekip arkadaşlarımızla etüt edilerek bu bilgiler güncellenmelidir. Her cihaz için onarım teknik servis formlarına yapılan tüm işlemler kaydedilmelidir. Yıl sonu etütlerinde bu dokümanlar masaya yatırılıp tartışılmalıdır, yetersiz kalan bakımlar veya kestirimci bakım ARGE çalışması yapılması gerekiyor ise bunlar gözden geçirilmelidir. Oluşturulacak arıza algoritması bakım onarım kalitesini ve verimi arttıracaktır. Arızanın kısa sürede ve hata yapılmadan giderilmesini sağlayacaktır.

Onarım atölyesine gelen elektronik kartlarda onarım için takip edilecek adımlar aşağıda verilmektedir. Bu adımlar yaklaşık 20 yıllık onarım ve saha tecrübeleri ışığında hazırlanmıştır. Onarılacak cihazın niteliğine göre bazı adımlar ve yerleri değiştirilebilir, eklentiler yapılabilir. Arızanın belirlenmesi ve giderilmesi için en basit kontrollerden zora

doğru gitmek çözümü hızlandıracaktır. Sistematik arıza belirleme yaklaşımımız en basit ve hızlı yapılacak testlerden en karmaşık olana doğru olacak şekilde sıralanmıştır.

1) Teknik servis formu ve bilgi bankasına kayıt; bir nevi hasta formu gibi düşünülebilir. Bu form detaylı doldurulmalı, onarım işlemi bitip, elektronik kart teknik servisten çıkana kadar elektronik kartın yanında olmalı ve sonrasında ilgili klasöre konulmalıdır. Elektronik kartta yapılan tüm test çalışmaları sırayla bu forma işlenmelidir. Teknik servis yazılımı, yani bir bilgi bankası var ise yapılan tüm işlemler PC ortamına girilmelidir. Bilgisayar ortamında bilgi bankası yok ise, her elektronik cihaz ve altındaki kartların isimlerine göre klasör açılır. **Elektronik kart bilgi bankası** hazırlanmaya başlanılır. Bu klasöre; teknik servis formları, teknik devre şeması ve ilgili dokümanlar, elektronik kart resimleri, programlı malzeme yazılımları (.hex veya .bin formatında), internet ortamından bulunan malzeme datasheet'leri, kart jumper ayarları vs. gibi tüm bilgiler kaydedilmelidir.

2) Fiziksel kontrol; elektronik kart onarımında ilk adımdır. Kartın büyüklüğü ve malzeme sayısı ile doğru orantılı en az 10 dakika incelenmesi önerilir. Resim 1.1'de PC'ye usb porttan bağlanan mikroskop ve teknik servis akrobat mercekli lambası görülmektedir.



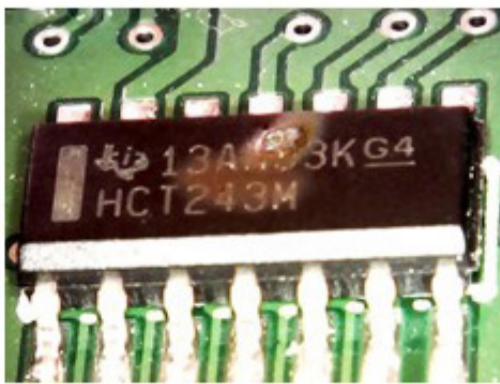
Resim 1.1 Usb mikroskop ve teknik servis mercekli lambası

Elektronik karta değişik açılardan bakılmalı ve dikkatle incelenmelidir. Arızalar %40'lara varan oranda iyi bir gözlem ile belirlenebilir. Fiziksel kontrol elektronik kartın tozlarını temizlemeden önce de yapılmalıdır. Tozun renginin koyulaşması, altındaki elektronik malzemenin aşırı akım çekmesine işaret eder ve arıza belirleme ile ilgili fikir verecektir. Temizlik sonrasında da göz ile kontrol yapılmalıdır. Aradıklarımız genellikle şunlardır;

- Rengi değişmiş bir elektronik malzeme,
- Şişmiş veya çatlamış bir elektronik malzeme,
- SMD entegre yüzeylerinde az dahi olsa bir (kılcal) çatlaklık,
- Soğuk lehim (matlaşmış şekilde),
- Koklayarak, yanık olup olmadığı,

- Birbirine bükülerek temas eden malzeme gövdesi veya bacağı,
- PCB deki renk değişiklikleri veya yanık yerler,
- Aşırı ısınan soğutucuya, taş dirence, temas eden veya çok yakın olan kutuplu kondansatörler,
- Oksitlenmiş vidalar ve PCB üstündeki yüzeyi,
- Akmış kutuplu kondansatör veya ni-cd pil,
- BGA malzemeler (lehim tazeleme yapılmalıdır),
- Konnektör veya soketlerin pinlerinde yamulma veya oksitlenme,
- ...

Bu kontroller çoğaltılabilir. Elektronik kartta bu kontroller sonucu bulunan bazı arızalı malzemeler Resim 1.2, Resim 1.3'de görülmektedir.



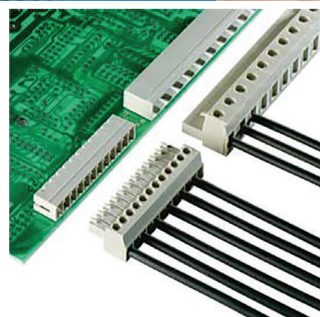
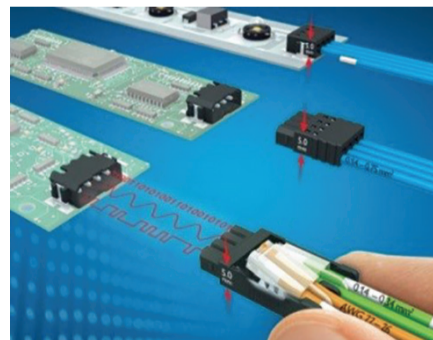
Resim 1.2 Aşırı ısınarak yüzeyinde deformasyon olmuş 74HCT243.



Resim 1.3 Üzerinden çatlamış, şişmiş ve sıvısı akmış kutuplu kondansatörler.

Göz ile kontrolde bir problem görülmez ise, diğer duyarlar ile de kontrol yapılır. Örneğin koku olması bir trafonun içindeki sargıların yandığına işaret edebilir. Soğuk lehimler (matlaşmış veya deforme olmuş) tecrübeli teknik personelin gözünden kaçmayacaktır. Cihaza enerji verildiğinde duyulan çıt sesi bir elektrik arkına işaret edebilir.

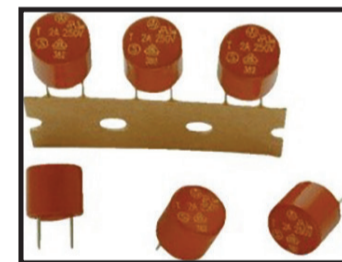
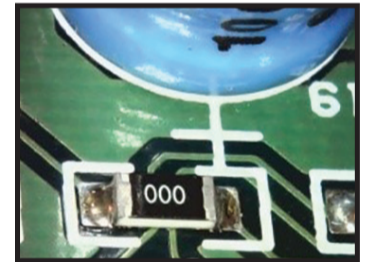
3) Konnektör ve soketlerin kontrol edilmesi; kartın dış donanımlar ile irtibatını sağlayan, tüm soket ve konnektörlerin, GND vidalarının ve yuvalarının fiziksel kontrol edilmesidir. Oksitlenme, gevşek kalma veya bir bağlantı pininin zarar görmesi, aşırı akım geçiren PCB'ye lehimli pinlerinin soğuk lehim olması vs. gibi bir problem aranmalıdır. Resim 1.4'de bazı konnektörler görülmektedir.



Resim 1.4 Bazı konnektörlerden örnek görüntüleri

Örneğin oksitlenmiş bir soketin veya GND vidasının kontak sprej ile temizlenmesi, problemin çözülmesi ve elektronik kartın çalışması demektir. Kart üzerinde oksitlenmiş soket tespit edildi ise, cihaz üzerinde bu sokete yerleşen diğer kısmının da temizlenmesi ihmal edilmemelidir. Pinlerde yamulma veya ağır kirlenme var ise, temizlik sonrası ve konnektörler takıldıktan sonra multimetrenin buzzer konumu ile iletkenlik kontrolü yapılmalıdır.

4) Sigorta ve koruma görevi yapan elektronik malzemelerin test edilmesi; cam sigortalar, gecikmeli sigortalar, sigorta dirençler, varistörler, parafudurlar, ferrite bead bobinler, harmonik bobinleri, tvs diyotlar gibi; akım veya gerilim harmonikleri koruma malzemelerinin öncelikli test edilmesi gerekir. Resim 1.5'de bazılarının resimleri görülmektedir.



Resim 1.5 Bazı sigorta görevi yapan malzemeler

5) Mevcut ise batarya veya pilin test edilmesi; öncelikli test yapılması gereken malzemelerdendir. Bu malzemelerin belirli bir yıl ömrü vardır ve tavsiye edilen süresi dolduğunda değiştirilmesi gerekir. Resim 1.6'da bazı pil ve batarya resimleri görülmektedir.



Resim 1.6 Bazı batarya ve pil görünümleri

Elektronik kartlarda şarj edilebilir (rechargeable) olduğu gibi, şarj olmayanlar da kullanılmış olabilir. Saha tecrübelerimizle, sadece bu devre elemanlarını değiştirerek, düzinelerce elektronik kartın probleminin giderildiğini gözlemledik. Şarjlanabilir olanlar ömrünü tamamladıklarında genellikle iç dirençleri azalır besleme akımının azalmasına ve elektronik kartın hiç çalışmamasına sebep olabilmektedirler. Muadil olarak; Ni-cd bir batarya yerine asla lityum batarya kullanmayınız. Elektronik kontrol ve şarj devreleri farklıdır. Aksi halde yangın ve patlama riski vardır. Aynı türden batarya kullanınız.

6) Elektronik kartın işlevinin ve üzerindeki malzemelerin tanımlanması adımıdır. Elektronik kartın mevcut ise devre şemaları ve tüm kitaplarının istenilmesi, tanınmayan elektronik malzemelerin datasheet'lerinin internet ortamından bulunması, elektronik kartın hangi fonksiyonları olduğunun saha kullanıcıları yardımıyla belirlenmesi gerekir. Bu fonksiyonları yaparken hangi soketlere hangi donanımların bağlı olduğu da bilinmelidir. Özellikle şikayetin olduğu kısma odaklanılmalıdır. Tüm bu teknik bilgiler elektronik kart bilgi bankasına kaydedilmelidir. Elektronik kartın devre şeması olmadan, arızası ile ilgili hiçbir bilgi bilmeden de onarılabilmektedir. Bu bilgilerin olması süreci hızlandıracak, verimi ve başarı oranını arttıracak, daha

az emek ile kaliteli onarım sağlayacaktır.

7) Elektronik kartın yapamadığı fonksiyonu yerine getiren devre bloğunun belirlenmesi adımıdır. Yani elektronik kartın şikayetinin bulunduğu kısmın, elektronik devre bloğunun belirlenmesidir. Bunun için cihazı en iyi bilen kullanıcı veya teknik personelden bilgi almak gerekir. Örneğin sıcaklık sensöründen gelen bilgiyi bir elektronik kontrol kartının alamadığı ve cihaz ekranında gösteremediği şekilde bir arıza olduğunu varsayalım. Sıcaklık sensörünün sahada nerede olduğu ve elektronik kartta hangi sokete bağlı olduğunu en iyi saha teknik personeli bilir. Bu soketin PCB de bağlı yolu izlendiğinde (multimetre buzzer yardımıyla) genellikle sokete yakın, bu işlevi yerine getiren blok devre bulunmaktadır. Sensör sağlam ise, örneğin bir ADC entegresinin veya TVS diyot gibi bir koruma malzemesinin arızalı olduğu gibi, elektronik kartın üzerinde bulunan tüm elektronik malzemeler değil, şikâyetin olduğu elektronik devre bloğu üzerindeki 5-10 adet malzemenin testi ile arızalı malzeme hızlı şekilde belirlenmiş olacaktır.

8) Arızalı elektronik devre bloğunun test edilmesi adımıdır. Arızalı elektronik malzemeyi belirlemek için tüm test metotları uygulanır. Bu test yöntemleri, en hızlı arızalı malzemenin belirlenebileceği basitten detaylı testlere doğru bir sırayla aşağıda verilmiştir. Bu testlerin arızanın indirgenebileceği elektronik kart üzerindeki devre bloğuna öncelikle tatbik edilmesi, arızalı elektronik malzemeyi belirlemeyi hızlandıracaktır. Eğer arıza bir bölgeye indirgenemiyor ise elektronik kartın tamamına aşağıdaki testler uygulanmalıdır. Eğer sistematik bir disiplin içerisinde hiçbir malzemeyi atlamadan testler yapılırsa başa-

rı oranı %100 seviyelerine varabilmektedir.

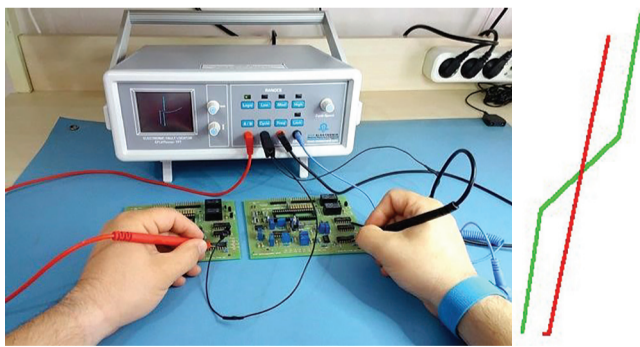
8.1. Kısa devre testi; elektronik kartta özellikle besleme (Vcc) ve toprak (GND) arasında kısa devre olan malzemelerin bulunmasını sağlar. Multimetre buzzer konumuna alınarak, Vcc - GND arasına dokunulur. Buzzer ötüyor ve 0 Ohm a yakın değer veriyor ise, Vcc - GND arası kısa devredir. Kısa devre olan elektronik malzeme LCR metre yardımı ile birkaç dakikada bulunabilir. Bilindiği gibi elektronik kart üzerinde, düzinelerce elektronik malzeme VCC-GND arasında bulunmaktadır. LCR metrenin R kademesi ile tüm bu malzemelerin Vcc ile GND ye irtibatlı olan bacakları test edilir. En küçük direnç değeri gözlemlenen kısa devre arızası olan malzemedir.

8.2. Elektronik karta enerji verilererek TP (Test Point) noktalarının kontrol edilmesi. Profesyonel üreticiler arızanın bir elektronik devre bloğuna indirilmesi için TP noktaları oluştururlar. Elektronik kartlar sahada arızalanıp, firmaya geri döndüğünde kolay arızalı malzemenin belirlenmesi, program yüklenmesi veya ayar (kalibrasyon) yapılması gibi işlemler için bu noktalar kullanılır. Üretici firmalar TP noktalarındaki olması gereken sinyal değerlerini genellikle paylaşmaz. Karta besleme enerjisi verilerek, sağlam sinyal bilgileri arızalı kart ile karşılaştırılır. Örneğin bir devre bloğunun girişinde sinyal var, ama çıkışında yok ise, blok devre arızalıdır. Her elektronik kart için PC ortamında oluşturulan bilgi bankası klasörüne, TP sinyalleri de kaydedilmelidir. Sahanızda çalışan tüm elektronik kartlarınız için oluşturacağınız detaylı açıklamalı bilgi bankası; kaliteli ve noktasal arıza belirleme, arıza belirlemenin hızlanması ve dolayısıyla emek-para kazanımı, sizlerden sonra teknik servis ortamına gelen arkadaşla-

rın zorlanmadan problemleri çözmesi demektir. Daha önceki haber bültenlerinde yayınlanan TP testi yazısına erişmek için [tıklayınız](#).

8.3. Empedans Testi; belirlenen blok elektronik devrede veya elektronik kartın tamamında, tüm elektronik malzemeler empedans (VI veya ASA) testi ile test edilip arızalı elektronik malzeme kısa sürede belirlenebilmektedir. Elektronik kart tamiri için olmazsa olmaz en temel test metotlarından biridir. %95 seviyesinde kart tamirinde arızalı malzeme belirleme başarısı sağlar. Elektronik karta besleme enerjisi verilmez ve kartın şemasını da bilmeye gerek yoktur. Daha önceki haber bültenlerinde yayınlanan empedans testi yazısına erişmek için [tıklayınız](#).

EFL VI Tester-TFT cihazı ile Resim 1.7'de karşılaştırma esnasında bulunan bir fark görülmektedir. Fark bulunan malzeme bacağı devre içerisinde başka malzemelere de bağlıdır. Bu noktaya bağlı olan birkaç malzeme devre dışına alınarak VI eğrileri ile kısa sürede ölçülebilirler. Arızalı bulunan malzemenin devre içerisinde aynı yoluna bağlı olan diğer malzemeleri de test etmekte fayda vardır. Aynı yol üzerinde birkaç malzeme zincirleme arızalanmış olabilir. Devre dışına alınan malzeme ne olursa olsun VI testi ile saniyeler seviyesinde testi yapılabilir.



Resim 1.7. Elektronik kart karşılaştırmasında arızalı malzemenin bulunduğu nokta.

8.4. Programlı malzeme testi; programlayıcı kullanarak, program bulunduran malzemelerin test

edilmesi, programlanması ve sistem yedeklerinin (back-up) alınmasıdır. Program yedeğinin arıza yapmadan önce alınması tavsiye edilir. Yedek alınmış ise kartın onarımı kolaylaşır. Envanterinizde çalışan tüm elektronik kartların program yedeklerinin bilgi bankasına kaydedilmesi çok önemlidir.

Elektronik malzeme arıza belirlemede en önemli konulardan biridir. Çalışan program yedeği alındı ise, gelen arızalı kartlarda programlayıcı yardımıyla programları karşılaştırılıp (verify, compare gibi) kolayca test edilebilir. Programlı malzemeler ile ilgili daha önce haber bülteninde yayınlanan yazıya erişmek için [tıklayınız](#).

8.5. Fonksiyonel test; elektronik malzemelerin devre içerisinde veya dışında enerji verilerek test edilmesidir. Günümüzde halen pahalı cihazlar olduğundan VI testleri daha popülerdir.

8.6. Boundaryscan test; BGA (Ball Grid Array) kılıf yapısındaki malzemelerin pinleri (bacakları) kılıfın altındadır ve test ederken prop ile dokunarak test edilemezler. Bu ve benzeri kompleks entegreleri devre içinde test etmeye yarayan metot boundaryscan test metodudur. Ayrıca bu kılıf yapısında ve içerisinde yazılım bulunan programlı malzemeleri devreden sökmeden okuyup yazabilir. JTAG komisyonu tarafından geliştirilen bu test yöntemi bazı programlayıcılarda mevcuttur. Buna ICSP veya ISP özeliği denilir. Programlayıcıdan 5-6 adet kablo programlanacak malzeme pinlerine irtibatlanır. Programlayıcı hangi malzeme pinlerine hangi kabloların irtibatlanması gerektiğini seçilen malzemeye göre verecektir. İlgili bağlantılar yapıldıktan sonra sanki malzeme devre dışında programlayıcı üzerinde işlem yapılır gibi; oku, yaz, verify vs. gibi işlemler yapılır. Bu konu ile ilgili daha

önce haber bülteninde yayınlanan yazıya erişmek için [tıklayınız](#).

8.7. Termal test; elektronik kartta termal kamera çekimi yapıp, sağlamıyla kıyaslayarak, hızlı arızalı malzemeyi bulmaya yönelik testtir. Aşırı ısınan malzemeler muhtemelen arızalı, ısınmayan malzemelere ise besleme enerjisi gelmiyor gibi hızlı yorumlar yapılabilir.

8.8. LCR metre ile hassas test; elektronik kartta hiç fark bulunmaz ise pasif malzemeler iki arızalı kartta hassas test edilir. Örneğin soldaki kartta LCR Metre R kademesi ile bir direncin üzerine dokunulur. Aynı malzemeye sağdaki kartta da dokunulur. Birkaç Ohm seviyesinde fark var ise birer bacakları kaldırılır ve tekrar ölçülür. Tüm iki ve üç bacaklı malzemelerde bu ölçme uygulanır. Bu sayede toleransı az oranda değişen ama görevini yapamayan malzemeler, PCB üstündeki soğuk lehimler, kurumaya yüz tutmuş elektrolitik kondansatörler vs. gibi arızalar tespit edilebilir.

Yukarıdaki malzeme testleri ile arızalı elektronik malzeme belirlenecektir. Onarım işleminin başarılı şekilde sonlanması için aşağıdaki adımların da yapılması gerekmektedir.

9. Arızalı malzemenin düğüm noktasındaki (ona bağlı olan) diğer malzemelerin test edilmesi. Arıza sebebi, aynı yol üzerinde birden fazla malzemeyi bozmuş olabilir. Bu sebeple PCB üzerinde aynı noktaya bağlı malzemeler PCB'deki yollar izlenerek bulunmalı, bu malzemeler gerekiyor ise emin olmak için devre dışında test edilmelidir.

10. Belirli ömrü olan (miadli) malzemeler değiştirilir. Örneğin devrenin besleme katında bulunan kutuplu kondansatörlerin içlerindeki krem yapı, ortam sıcaklığına göre 5-10 yıl gibi sürelerde kurur, görevini yapmamaya başlar. Önerimiz

sahada en az 6 yıl çalışmış kartlarda, bu malzemelerin değiştirilmesidir. Sistemdeki çalışma ömrünü tamamlayan; motorlar, valf veya sensörler vs. gibi elektronik malzemeler periyodik bakım takvimine göre değiştirilmelidir. Mekanik motor veya rulmanlı yataklara, valflere vs. zamanında bakımları yapılmalıdır. Aksi durumda onları süren elektronik devreler, aşırı akım korumaları yok veya yetersiz ise bozulmalarına sebep olur.

11. Yolların kontrolü ve yanıkların kazınması. PCB üzerindeki yolların fiziksel kontrolleri yapılmalı, çatlama, deformasyon veya kopma şüphesi var ise iletkenlik testi yapılmalıdır. Yol direnci testlerinin hassas şekilde LCR metrenin R kademesi ile yapılması önerilir. Yolda kopukluk var ise dışı izoleli kablo ile jumper teli atılıp, tel bazı yerlerden sıcak silikon ile tutturulur. Aksi takdirde vibrasyonlu cihazlarda bu telin lehim noktalarına stres uygulayıp lehim çatlaması yapar. PCB üzerindeki yanıklar direnç etkisi göstereceği için, maket bıçağı ile kazınmalıdır. PCB de yanık izi ve lekesi kalmayacak şekilde kazınır. Ağır yanıklarda bazen elektronik kartın oyulması gerekebilir. Bu oyukta yol kopuğu oluşmuş ise, sağlam elektronik kartın yanık olan yerdeki elektronik malzeme bacaklarından yolların bağlantıları karşılaştırması yapılır. Multimetre buzzer konumuna alınır, irtibat kopuğu olan yollar tespit edilir ve jumper teli uygulaması yapılır.

12. Lehim Tazeleme. Özellikle yüksek akım geçen yollardaki malzemelerin lehimleri mutlaka tazelenmelidir. Bunun için lehimin tamamını almaya gerek yoktur. Havya ile ısıtılır ve pasta gerektirmeyen kaliteli lehim teli ile biraz lehim verilir. PCB

yolu ve malzeme bacağı havya ucu ile aynı anda ısıtılmalıdır. Bu işlem yaklaşık 1-2 saniye sürer. Lehimlerin parlak olması sağlanır. Israrla parlak olmayan lehimler (matlaşmış, soğuk lehimler) vakum havya yardımı ile alınarak yeni lehim yapılmalıdır. Burada lehim tazeme yaparken, malzeme bacaklarının PCB üzerindeki yola temas etmeleri önemlidir. Temas edecek şekilde lehimleyiniz. Temas yok ise, elektronik malzeme bacağı ile PCB yolu arasında akım iletimini lehim sağlar. Çalışma esnasında aşırı ısınan lehim zamanla soğuk lehim olacak veya akım geçirmeyecek şekilde çatlayabilecektir.

13. Kimyasal Temizlik; lehim kalıntıları ve yanıkları direnç özelliği gösterir. Bu lehim kalıntılarının temizlenmesi gerekir. İzopropil alkol, saf alkol veya bu işlem için özel satılan kimyasallar kullanılır. Kimyasalların hepsinin solunması kanserojen olduklarından tehlikelidir. Dış ortamda veya hava emişini dışarı atan, aspire eden davlumbaz altında bu işlem yapılmalıdır. Kimyasal temizlik yapıp kart kurumadan enerjili deneme yapılmaması gerekir.

14. Ayarların Yapılması; Elektronik kart üzerindeki jumper, on-off switch gibi değişkenler, kartın deneneceği ayarlara getirilmelidir. Sistemin çalışma mantığını bilen teknik arkadaşlardan yardım alınmalıdır. Adres anahtarının yanlış ayarlanması aynı bus (veri yolu) üzerinde veri çakışmasına (collision) sebep olabilir. Örneğin onarılan medikal bir cihaz ise deneme öncesi ayar gerektirebilir. Cihazın teknik kitaplarındaki ayar prosedürlerinin adım-adım yapılması gerekir.

15. Elektronik Kartın Denenmesi; 14.ncü adımdan sonra elektronik

kart denemesi yapılır. Elektronik kartın denemesi örneğin bir besleme devresi veya modülü ise teknik serviste kolayca yapılabilir. Enerjili test yapılacağı için yalnız olunmalıdır. Birçok kartın sahada cihaz üzerinde denenerek başarı durumu anlaşılabilir. Sahada cihazın bakımını yapan ve iyi tanıyan, cihaz sorumlusu tarafından denenmelidir. Asla onun dışında bir deneme girişimi yapılmamalıdır. Kartı onaran kişi veya teknik servis sorumlusu, deneme esnasında cihaz sorumlusu teknik personeli izleyebilir. Gerekiirse bir uyarıda bulunabilir, ama elini sürmesini önermeyiz. Bir karışıklık olmamalı, deneyen yanlış bir işlem yapmamalıdır. Eğer mikrokontrolcü veya data bus üzerinde görev yapan bir interface elektronik kartı deneme sonucu çalışmadı ise, bu deneme birkaç defa yapılabilir. Bazen buffer (ram) yapılarında kalan bir hata bilgisi bu arızanın devam etmesine sebep oluyor olabilir. Hard reset yapıp, kondansatörlerdeki gerilimi de deşarj edip, biraz bekleyip tekrar deneme yapılmalıdır. Bu denemelerin birisinde çalışabilir. Eğer ısrarla çalıştırılmadı ise, başarısız olundu ise, teknik servise geri götürüp yapılan işlemler gözden geçirilir. Belki arızalı olan fonksiyon çalışmış, fakat başka bir arıza şekli de gözlemlenmiş olabilir. Bu arızaya odaklanılır. Teknik servis incelemesinde belki yanlış muadil kullanılmış veya gözden kaçmış bir malzeme testi vs. ile karşılaşılabılır.

Kaynaklar;

1-Kitap, 'Elektronikte Arıza Bulma ve Giderme Teknikleri-1', Önder ŞİŞER

2-Kitap, 'Elektronikte Arıza Bulma ve Giderme Teknikleri-2', Önder ŞİŞER