**9.Sivil(Ticari) EMC Standartları ve Deneyleri**

**EMI KAYNAKLARI:** Anahtarlama içeren gerek mekanik gerek elektronik sistemler EMI problem kaynağıdır. Güçlü akım ve gerilimler frekansları düşük olsa bile emisyona sebep olurlar. Şimşek,yıldırım esd vs.

EMI testinin emisyon ve bağışıklık olmak üzere iki yönü vardır.Askeriyede bağışıklık yerine Alınganlık(Susceptibility).

EMC kuplaj mekanizmaları ve testleri için 4 temel kombinasyon: Işıma (yayınm) yoluyla emisyon (RE),Işıma (emisyon) yoluyla bağışıklık (RI),İletim (temas) yoluyla emisyon (CE),İletim (temas) yoluyla bağışıklık (CI)

**EMC Standartları**

Askeri standartlarda daha çok ABD iyi.Sivil standartlarıda çoğunlukla Avrupa Normlarından almışız.

Bu standartlar testleri, nasıl yapılacağını testlerede hangi cihazlar var hangi işlemler yapılacak onları içeriyor.

EMC konusunda standartları belirleme sürecindeki temel kuruluşlar: CENELEC, IEC, CISPR

üretilen yapının askeri ya da sivil olması değil, kullanılacağı yerin pratik olarak neresi olduğuna göre standartlar Sivil ve Askeri olarak ayrılır.

Güvenlik ve gizlilik kriterlerine göre Askeri standartlar belirlenir.

Temel yönleri açısından üç tane sivil standarttan bahsetmek mümkün:

1.Temel Standartlar 2.Genel Standartlar 3.Ürün Standartları

Genelden özele giden bir durum söz konusu.Temel standartlar temel EMC Problemlerine karşılık gelen başlıkları içerir.Ürün standartları bir testin spesifik olarak belli bir ürüne nasıl uygulanacağını anlatıyor.Genel standart ürünüspesifik olarak ele almaz ama kullanıldığı amaç ve ortam açısından genel olarak ele alır.

**EN:**Avrupa Normaları TSE alır Türkçeleştirir TS EN yapar.

(MIL-STD-461, MIL-STD-462 vb. askeri standartlar var.Şimdilik sivil standartlar üzerinden devam edicez.)

TS EN 61000-6-(1 ve 2 BAĞIŞIKLIK, 3 ve 4 EMİSYON, 1 ve 3 MESKEN, TİCARİ VE HAFİF SANAYİ ORTAMLARI, 2 ve 4 ENDÜSTRİYEL ORTAMLAR)

**TS EN 61000-4-2 TEMEL STANDART🡪BAĞIŞIKLIK D.(CI)**

ESD İşaretine karşı dayanıklılığı inceleyen standart.İletken yüzeylere temas yoluyla yalıtkan yüzeylere ise havadan uy gulanabliyor.Kablo yoluyla 8 kV’a kadar havadan da 15 kV’a kadar uyguknyr. Bu deney için ESD Tabancası veya kaynağı denilen kynğa ihtyç vr.(EUT=DUT=TAC=Test alıtındaki cihaz)(HCP veya DCP işareti küple etmek için yapılar).1mm yaltkn düzlm..yüzeyi iltkn kplı masa..2direnç

Masaüstü cihaz mı yerde çalışan cihz mı? Cihzn iletkn yüzeyi vrsa sivri uç takıyrz.yoksa oval uç takp grkli işlmi ypyrz.

**NOT:**Bağşklık dnylri gnl olrk gözlm denyleridir.Ölçm tabiki yaplblr ama gnl anlmda gözlmle yaprız.Cihaz yanarsa tabiki başarısız ama diyelimki cihaz belli bir süre çalışmadı belli süre fonksion kaybına uğradı sonra çalıştı başarılı mı diycez başarısız mı bunun için *performans kriterleri* denilen bir şey var.Bu kriterler en tolerans gösterilmeyenden en tolerans gösterilene göre A,B,C olarak sıralanıyor.A=Cihaz deney esnasında da deneyden sonra da hiçbir fonksiyon kaybına uğramadan çalışacak.(tabi testte belirtilen işaret seviyesini aşmayacaksın.) B=deney sonrasında amaçlandığı gibi devam edecek.C=Cihaz kendi kendine düzeliyorsa. Ürün standartlarında cihazın A mı B mi C mi hangi sınıfta olması gerektiği söylenir.A,B,C, bağışıklık deneyleri için geçerli.

Genel Standartlarda ESD deneyine bakarken mantıken bağışıklık deneyinde arıycaz yani mesken grup için mesken için 6-1, endüstriyel için 6-2 ye bakıcaz. Performans kriteri B.

**TS EN 61000-4-4🡪 Gerilim dalgaları (ns mertebesinde) 🡪(CI)**

Elektriksel hızlı geçici rejim/patlama bağışıklık dneyi.Burada kastedilen gerilim genliğindeki geçici hızlı değişimler.Ama büyük enerjili olmayanlar.(Ör:enerjiyi üzerinde depolayan o an enerjisi yüksek olan bir kapasitans olabilir, akım yoluyla boşalan endüktif etki olabilir veya bi süzünerek gelmiş enerjinin gerilimi anlık ve geçici olarak yükseltmesi vs.)Elektronik devrelerde sık karşılaşılan bir şey.Gerilim genliğinde kilovoltlar cinsinden yükselmeler olabilir. Ama bu işaret çok kısa süre veriliyor.Yoksa çok zarar verir.2 türlü verilebilir.Ya 5 kHz’te 200 us ya da 100 kHz’de 10 us. Önemli olan işaretin bütün çizim ekranındaki hali değil genel olarak darbe genişliği dediğimiz %50 lik kısma düşene kadarki genliği. Yani yükselme süresi(tr)(işaretin %90 a çıktığı süre) 5 ns,darbe geniğiliği (tw) 50 ns olan bir işaret. Bu işaretten 15 ms boyunca peş peşe(kabaca 200 us olan şareti 15ms uyguluyosun) uygulandığı için işaret güçlü.Sonra *patlama periyodu kadar* (1sn olur 2sn olur)bekleyip tekrarlıyosun.Etkili olacak tarafı çok sayıda darbe gönderiliyor.Zayıf olacak yanı darbe genişliğinin zaman ekseninde çok küçük olması. İşareti *Burst/Surge Simulatörü* ile yapıyoruz.İşareti gerilim genliği olarak üretiyoruz.Cihazın direk şebeke gerilimine uyguluyoruz. Bu işaret üretecin kendi beslemesi var bi kere.Onun dışında cihazın arkasında bi bağımsız besleme daha var o EUT’yi besliyor.Direk cihazın beslemesine işaret verilmiş oluyor. Cihaza gelen işareti de fazını sıfır geçiş noktasını falan ölçmemiz lazım zaten. Tabi cihaza tek fazlı ve belli bir akımdaki EUT’yi bağlayabilirsin.Ama cihazı bununla çalıştıramazsan kapasitif etki yapan *Burst CCC(Capacitive Coupling Clamp)* denilen düzlem ile cihazın kablolarına da işareti bulaştırabilirsin.

**NOT:**Hepsi için koruma yöntemleri var.4-4, 4-5 için esd için vs. Mesela geçici rejimleri devrede varistör ile bastırırdın vs. gas deşarj tüpü, tvs gibi komponentlerle yine bastırılabilir.

**TS EN 61000-4-5🡪Yıldırım Etkisi (us mertebesinde) (CI)**

Burdaki işaretin etkisi daha büyük.Gerilim genliği açısından değil bu işaretin zaman eksenindeki formu daha geniş dolayısıyla enerjisi daha büyük. İşaretin etkin genliği diyebileceğimiz aralığı (%50 sine düşene kadar) 50 usn. Dolayısıyla asıl belirleyici olan 4-4 değl 4-5 deneyi.Bu diğeri gibi değil tek bir darbe uyulanıyor.

Cihazın şebeke dışındaki diğer hatlarına(io, sinyal hatları vs.) darbeyi *Surge CDN(Coupling/Decoupling Networks)* ile uygulayabiliriz.

**TS EN 61000-4-11 (msn mertebelerinde)🡪BAĞIŞIKLIK D.(CI)**

Gerilimler üzerindeki kesintiler, çukur vs oluşması.Nominal değerlere yakın değerlerde oluşan kesintiler ve çukurlar.

Gerilim Çukurları:

%0 gerilimde 0,5 çevrim(10 ms) Performans kriteri:B

%0 gerilimde 1 çevrim(20 ms) Performans kriteri:B

%70 gerilimde 25 çevrim(500 ms) Performans kriteri:C

Gerilim kesilmesi:%0 gerilimde 250 çevrim(5 s) Performans kriteri:C (MESKEN,TİCARİ,HAFİF SANAYİ)

Bu deneyleri yapmak için trafo mantığıyla çalışan bir cihaz işimizi görür.Yine uygulayan *burst/surge simülatörü.*

*Not:*Şu ana kadarki denyler anlık geçici rejimlerin cihazlara uygulanmasını içeriyor.Genel olarak hepsini temas yoluyla bağışıklık sınıfına sokabiliriz.

**TS EN 61000-4-3🡪yayınım yollu tipik bağışıklık deneyi (V/m)**

Havadan alan seviyesi uyguluyoruz.Genelde 30 V/m yeterli.Belli

Belli bir genlik seviyesinden başlayıp belli bir frekansa kadar onu odada uyguluyoruz. Gerek fonksiyon olarak gerek gözle cihazı kontrol ediyoruz.Cihaza uygulanırken işaret %80 EM modülasyonu uygulanıyor.

Yapan cihazın yazılımı olmalı.ÖR:cihaz 80 MHz dn başlayıp %1 adımlarla 1000 MHz e gelene kadar arttırıp uygulayacak.Aralarda 20 s bekliyecek.Her frekansta eşit genlik uygulamıyoruz.Yazılımsız yapmak mümkün değil.Hem çıkan işaret o değere geldi mi bunu ölçecek hem de o cihaz o işaret seviyesine hangi genlikte getirdi çıkışı bunları kaydedecek.Bunu 16 noktada yapıyoruz.(kalibrasyon için)

4-3 de sinyal osilatörü,amfi,anten ve kalibrasyon ölçümünde Geniş Band EMR Ölçer.

**TS EN 61000-4-6 🡪İletim Yollu bağışıklık (asıl deney bu önceki iletim yollu bağışıklık testleri spesifikti) (V)**

İşareti cihaza uygulamak için CDN(Coupling/Decoupling denilen bir aparat lazım).Bu daha çok radyo bozulması daha yüksek frekanslı işaretlerde bozulmayı ifade ediyor.

**TS EN 55011, 55022, 55014-1, 55015 (emisyon deneyleri-ürün standartları)🡪aynı zamanda CISPR standartları**

Cihazların kriterleri olabilir.Bi üsttekini sağlayamaz bi alttakini

sağlar vs.

**BTC için Radyo Frekans Bozulma Deneyi Sınıflandırılması(TS EN 55022) (CE) (V) (TS EN 55022) (RE)**

Emisyon deneylerini ölçmemiz lazım spektrum analizör ya da EMI receiver kullanmamız lazım C daha küçük frekanslardaki bozulmaya karşılık gelirken R daha yüksek frekanslardaki bozunmaya karşılık gelir.

1.BTC(bilgi teknoloji cihazı) sınıflandırması yapılır.

i)B Sınıfı BTC:Ev vb. yerlerde kullanım için tasarlanan BTC

ii)A Sınıfı BTC:B Sınıfı BTC’nin dışında kalan bütün BTC.

A sınıfı için daha yüksek limit değerler söz konusu B sınıfı için daha düşük limit değerler söz konusudur.

*Testlere bakarken:1.Emisyon diyince sınır çizgisi çok aş. gelir.*

*2.İletimse gerilimi dikkate alıcaz radiated ise elektrik alanı dikkate alıcaz.*

**TS EN 61000-3-2 (emisyon)**

Harmonik deneyi.Cihazın yaymaması gereken bileşenler.40.harmoniğe kadar inceliyoruz.Çift harmonikler için ayrı bir tek harmonikler için ayrı bir sınır değeri var.

**TS EN 61000-3-3 (emisyon)**

Flicker (kırpışma):Gerilimdeki dalgalanma.Hem şebeke hem de ona bağlanan cihaz için zararlı.

Harmonik ve Flicker Simülatörü var.

**13.HAFTA ANTENLER, PROBLAR ve DİĞER DESTEKLEYİCİ EKİPMANLAR**

*Anten:* temel olarak hem verici hem de alıcı olarak kullanılabilen bir çeşit dönüştürücüdür.elektromanyetik eneji 🡨🡪 elektrik sinyali.Bi denylerde kullandığımız antenler var bir de devre komponentlerinin ve iletim hatlarının anten gibi davranması. Bunun yanında antenler istemli çalışan(FM,AM,GSM radar vs.) ve istemsiz çalışan(amacı farklı olan iletkenler) antenler olarak tanımlanabilir.*dalga boyu anten gibi davranmanın temel kriteridir.ÖR:Havada bir işaret var seninde o işareti alabilecek dalga boyunda bir iletkenin var.İstemeden anten yaptın.300MHz 🡪1m, 100MHz🡪3m dir.Bu frekansın 3 katı dalga boyunun 10 da biridir.3GHz(300MHz in tam 10 katı) dalga boyunu 10 kat azaltır (0,1m) bu da devre düzeyi kadar küçük boyutlarda antenler demek.*

Işıma belli bir radya frekansı düzeyinde olur.Bunun karşılığı da MHz’ler düzeyidir.

Antenler aktif antenler ve pasif antenler olarak ikiye ayrılırlar. Eğer elinde yeteri kadar kuvvetli bir işaret varsa antene ilave bir kuvvetlendirici koymadan direk kuvvetlendiricinin çıkışını antene bağlayabilirsin. Ama ortamdan almak istediğin işaret zayıfsa anteninin kazancı yüksek olmalı.Bu da antenin içindeki bir kuvvetlendirici ile sağlanır.Buna aktif anten denir. Askeri standartlar ile sivil standartlar arasında iki temel ayrım var

1.Askeri standartların frekans range i çok daha geniş.

2.Askeri standartlarda emisyon için limit seviyesi çok daha düşükken bağışıklık için limit seviyesi çok daha yüksek.

**AKTİF MONOPOL ROD ANTEN**

Rod ismini anteninden alıyor.Bunu RE102 deneyinde kullanıyoruz.

**BİKONİK ANTEN**

Range i biraz küçük 20MHz to 200MHz

**Log-Periyodik Anten🡪**80MHz-3GHz

**Biconi-Log Periyodik Anten🡪**30MHz-3GHz

**Horn Anten🡪**0,8Gz-18GHz(daha yüksek frekans deneylerinde)

Frekans arttıkça dalga boyu düşer geometri ve maliyet düşer.

**GSM Antenleri🡪**(900MHz 2700MHz)Local olarak kurulduğu bölgeye haberleşme imkanı sağlar.

**!!ANTEN FAKTÖRÜ:**Kalibrasyonu anten hesabına katmalısın.

**AKIM PROBU**

Dönüştürücü.yoğun bir conducted bağışıklık deneyi yaparken ölçüm cihazına direk alamam.yüksek enerjili.Uygun fiyatlı bi çözüm akım probu kullanıp bunun çıkışını ölçmektir.Sonrası spektrum analizör veya EMI receiver ile ölçebiliriz.

2.Bağışıklıktan bahsediyoruz bunun enjeksiyon olarak da kullanmı vardır.Ürettiğin işareti herhangi bir kabloya veya komponentin iletkenine enjekte edebilirsin.yani 2 yönlüdür.

**LISN** geçtik.

**EKRANLAMA**

Elektromanyetik bir enerjinin o ortamda olmamasını veya o ortama girmemesini istiyorsan uygulanması gereken bir yöntem.Metal ekranlama için iyi bir çözüm.2 nedenden metal kullanamayabilirsin.1.Metali o ortamda kullanamı yorsan.2.Metal pahalı olabilir.Ekranlamada işaret için 3 unsur söz konusu. Geçebilir, yansıyabilir, soğurulabilir.

Ekranlama için:1.İşareti onun kaynağında yok edebiliriz. 2.İşaretin olmaması gereken yere bir ekranlama yapılabilr.

**Yakın Alan/Uzak Alan**

Kaynağa belli bir mesafenin altındaki uzaklıklar yakın alan(indüksiyon) alanı, söz konusu bu mesafenin üstündeki uzaklıklar uzak alan (ışıma alanı) olarak tanımlanır.

Elektrik alan ve manyetik alan arasındaki oran uzak alan koşulları altında sabit olup değeri 377ohm. (E/H=Z0=377ohm)

Uzak alandaysak ortam empedansı sabit old. İçin elektrik alanla manyetik alan bileşenleri birbirlerine oranlı şekilde hareket eder.İkisini tek bileşen gibi düşünebiliriz.Yakın alanda ise hangi bileşen daha etkin ise onu dikkate alırız.

Uzak alan kriterleri aş gibidir:

🡪anten boyutu dalga boyundan küçükse (yönsüz antenler için): Lamda/2pi

🡪anten boyutu dalga boyundan büyükse (yönlendirilmiş antenler için)(D antenin boyu): (2\*Dkare)/lamda(ör anten boyu D=1m olsun lamda 300MHz için 1m cevap2 900MHz lama 1/3 m için cevap:6m olur.)Yani bu sınırdan itibaren dalgayı uzak alan olarak alabiliriz.

Ör:Alan Probunda elektrik alan ve manyetik alan ölçülebilir.Uazak alan sınırındaysa tek bir prob ile ikisisni birlikte ölçebiliriz.

**Ekranlama etkinliği:**Ekranlayıcı malzeme ve işaretimiz var.

Gelen işaretin bir kısmı geri yansır.Malzemenin içine giren bi kısmı soğrulabilir ve bi miktarı dışarı geri yansır.Yani gelen dalga dışında 3 tane daha bileşen var.Gelen bileşen,Yansıyan Bileşen Soğurulan bileşen ve İletilen bileşen.

Malzeme kendi içindede bir yayınım ve bu yayınıma karşı bir tepki davranışı gösterir.Yansıtma yoluyla.Buna da *çoklu yansıma veya ikincil yansımalar diyoruz.*Ekranlama etkinliği S harfi ile gösterilir ve dB cinsindendir.

Ekranlama diyince işaretin ne kadarı gelmiş ne kadarı yansımış buna bakarız. 50 dB 30 dB seviyeleri de mütevazı ekranlama oranlarıdır. Oranın büyük olması önemli.

Ekranlanan bileşenler:Yansıma(R), absorbsiyon(A), Çoklu yansıma(M) bileşenleri göz önünde bulundurularak ekranlama etkinliği dB cinsinden: Sdb=Rdb+Adb+Mdb olarak bulunabilir.

Deri etkisi işaretin özellikle metal içerisinde zayıflamasıdır. Burada önemli.Bunun 1/e seviyesine düştüğü nokta delta dediğimiz deri kalınlığı seviyesine karşılık gelir. Deri kalınlığından çok daha yüksek kalınlıklı malzemeye sahipsen mantıken işaret kaybedilecek.Deri kalınlığına kadar işaretin genliği 0.37 sine iner.

Absorbsiyon önemli şareti ekranlama sadece geçirmek değil bazen absorbe etmektir.

Özellikle RF devrelerde, önemli komponentler metal kafes içine alınarak ekranlama yapılır.

Gözenekli şekilde de ekranlama etkisi daha sınırlı olan malzemelerle de kaplama yapılabilir.ÖR:Bal peteği yapısında EMI Gasket kullanılabilir.