

Okan Üniversitesi MYO

MUTK116

HAVA ARACI ELEKTRONİK ALETLERİ VE DİJİTAL TEKNİKLER

Ders Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

DERS 7

MUTK116

Hava Aracı Elektronik Aletleri ve Dijital Teknikler

- **Web Sayfası:** okanuni.eren.xyz
- **Ders Notları:** Sunum Dosyaları + Önerilen Kaynaklar
- **İletişim:** E-Posta >>> eren.kayaoglu@okan.edu.tr

MUTK116 – Hava Aracı Elektronik Aletleri ve DT

Ders Sunumları (.pdf) + Kaynaklar

<http://okanuni.eren.xyz>

Web adresinden indirebilirsiniz.

ELEKTROMANYETİK ÇEVRE



Dr. Zeynep TAVUKOĐLU ŐAHİN

Ders Notu

MUTK108 - Elektronik Alet Sistemleri ve DT

Elektromanyetik Çevre

- EMI
- Kablolama
- Ekranlama
- EMC

- ❖ Belirli bir ortam içerisinde gerçekleşen tüm elektromanyetik olaylar elektromanyetik çevreyi oluşturur.
- ❖ Bütün elektronik cihazlar çalışırken çevreye bir miktar elektromanyetik enerji yayarlar.
- ❖ Ortaya çıkan veya ortamda bulunan bu enerji cihazların sistemlerinin etkilenmesine neden olabilir.
- ❖ Bu olaya Elektromanyetik Girişim (EMI) denir.
- ❖ Elektromanyetik Girişim şimşek, yıldırım gibi doğal kaynaklardan da kaynaklanabilir

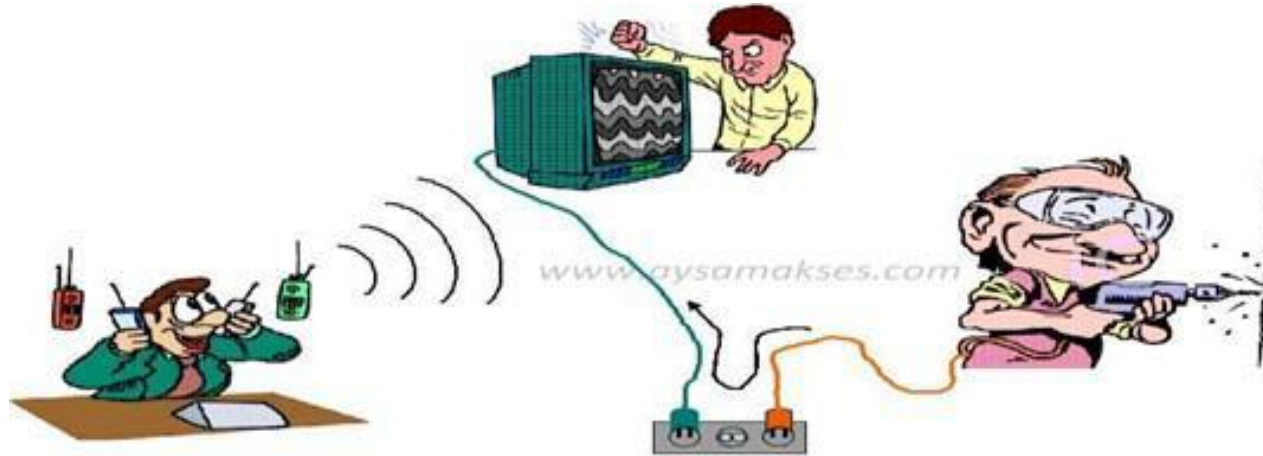
Günlük hayattan elektromanyetik girişim örnekleri vermek gerekirse:

- **radyo dinlerken polis telsizlerinin araya girmesi,**
- **cep telefonlarının araç ABS sistemlerini etkilemesi,**
- **baskı devrelerde sızıntı,**
- **cep telefonu ile konuşurken bilgisayarda gürültü oluşması**

gibi örnekler listelenebilir.

Bir cihazın elektromanyetik **uyumlu** olarak kabul görülmesi için **3 şart** vardır:

- Kendi içinde girişime yol açmamak (öz uyumluluk).
- Diğer cihazlara girişimde bulunmamak.
- Diğer cihazlardan kaynaklanan girişime karşı bağışıklığı olmak.



- ✓ **Elektromanyetik girişim**, cihazın etkilendiği **elektromanyetik** ortamın bir sonucu olarak gözlenir.
- ✓ Belirli bir bölgede meydana gelen tüm elektromanyetik olaylar, o bölgenin **elektromanyetik ortamını** oluştururlar.
- ✓ Oluşan bu elektromanyetik ortamın başlıca etkileri de EMI ve EMC olarak söylenebilir.
- ✓ Elektromanyetik çevreyi ise karakterize etmek istersek, **2 unsur** karşımıza çıkar:

1.) Frekans / Zaman

2.) Genlik (Elektromanyetik enerjinin şiddeti veya gerilim-akım cinsinden değeri vb.)

- Elektromanyetik girişimi oluşturan başlıca sebepler;
 1. kalitesiz kablolar,
 2. baskı devre elemanları,
 3. bağlantı noktalarındaki sızıntılar,
 4. dirençler,
 5. kondansatörler,
 6. indüktörler,
 7. eleman değişikliği,
 8. elektromekanik cihazlar,
 9. sayısal devre elemanları, mekanik anahtarlar şeklinde bir liste yapılabilir.

Elektromanyetik Girişim İçin Alınabilecek Önlemler Nelerdir?

- EMI durumuna karşı alınabilecek ilk önlem **topraklama** olabilir. **Topraklamanın** amacı elektromanyetik girişime yol açabilecek radyo frekansı **gerilimlerinin** oluşumunu azaltmaktır.

Alınabilecek ikinci önlem ise **ekranlamadır**. Ekranlama belirli bir bölgeyi dış elektromanyetik ortamdan izole etmek veya iç elektromanyetik ortamın dışarıya sızmasını engellemek amacıyla yapılır.

Elektromanyetik Girişim İçin Alınabilecek Önlemler Nelerdir?

- Bir diğer önlem ise **bağlama** yöntemidir. Bağ; iki **iletken** arasındaki elektriksel bağlantı olarak kabul edilirse, referans noktasının cihazın her noktasında aynı seviyede olması sayesinde elektromanyetik girişimi en aza indirmeye amaçlı olarak bağlama yöntemi kullanılır. Bu durumda bağlantıların mükemmel olmasına yani **düşük empedanslı** bir devre tasarlanmasına bağlıdır.
- Alınabilecek bir başka önlem, **filtreleme**dir. Filtreler, iletkenler üzerinden yayılan elektromanyetik girişimi engellemek amacıyla tasarlanabilirler. Bu doğrultuda her devreye özel bir **filtre devresi de tasarlanabilir**.

Elektromanyetik Girişim İçin Alınabilecek Önlemler Nelerdir?

- Alınabilecek son önlem ise **kablolamadır**.
- Kablo, elektromanyetik enerjiye ulaşacağı yüke kadar kılavuzluk eder. Sistemin en uzun parçalarını oluştururlar ve bundan dolayı EMI gürültüsünün ortamdan alınıp verilmesinde etkin birer **anten** görevini üstlenirler.

Elektromanyetik Girişim İçin Alınabilecek Önlemler Nelerdir? Ekranlama

Ekranlama Nedir?

Ekranlamada Nelere Dikkat Edilmelidir?

- **Günlük hayatta kullandığımız ses sistemlerinden, robot kol uygulamalarına kadar her alanda kablolarımız elektromanyetik alana maruz kalır. EMI olarak adlandırılan bu alan kablodan geçen sinyalin bozulmasına hatta sistemlerin aksamasına neden olmaktadır. Yazımızda bu olumsuzlukların önüne geçmek için kullanılan ekranlama hakkında temel bilgi vereceğiz.**

Elektromanyetik Girişim İçin Alınabilecek Önlemler Nelerdir? Ekranlama

Ekranlama Nedir?

Ekranlama, **kablo**, devre ya da cihazları elektromanyetik olarak izole etmektir. Ekranlamanın kalitesi, ekranlanacak kaynağın cinsine ve ekranlama elemanlarının kalitesine göre değişmektedir.

Temelde genel ve bireysel ekranlama olarak iki tip ekranlama bulunur. Bireysel ekranlamada bir veya birkaç **kablo** grubu ekranlanırken, genel ekranlamada ise tüm gruplar birden ekranlanır.

İletkenlerin Ekranlanması Neden Önemlidir?

- ▶ **Kabloların fiziksel dayanımını artırır.**
- ▶ **Elektromanyetik Girişimlerin (EMI) kablodaki sinyali bozmasını engeller.**
- ▶ **Kablo iletişiminin güvenli ve kaliteli olmasını sağlar.**
- ▶ **Kablo üzerinde oluşan endüklenmeleri önleyerek ekipmanların zarar görmesini engeller.**

Elektromanyetik Girişim İçin Alınabilecek Önlemler Nelerdir? Ekranlama

Ekranlama Yöntemleri

Sargı, örgü ve folyolama ekranlamada kullanılan temel kaplama yöntemleridir. Bunun haricinde örgü-folyo gibi uygulama alanına göre çeşitli kombinasyonlar vardır. Bunların uygulamaların da kendine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Ekranlama, kabloların kullanım alanına, kullanıldığı bölgenin şartlarına, kullanım amacına göre farklı özelliklerde ve çeşitlerde olabilmektedir. Bu sayede spesifik olarak her kullanımda verimli olabilecek yöntem seçilerek iş kalitesi arttırılmaktadır. Kablonun elektriksel olarak verimini de kapsayan bu yaklaşımla daha yüksek çalışma verimi elde edilmektedir.

Elektromanyetik Girişim İçin Alınabilecek Önlemler Nelerdir?

Ekranlama Yöntemleri

- **Örgülü Kaplama**
- **Sargı Kaplama**
- **Folyo Kaplama**
- **Örgü-Folyo Kombinasyonu**

Örgülü Kaplama

- Fiziksel dayanımı fazladır,
- Esneklik sağlar,
- %40 ile %98 arasında kabloyu kapsar (bu da ekranlama kalitesini arttırır.),
- Her çaptaki tele uygulanabilir,
- Bükme hareketi için uygundur. Robotik ve otomasyon uygulamalarında tercih edilir,
- Maliyeti yüksektir.

Sargı Kaplama

- Burulmaya dayanıklıdır,
- Üstün esneklik sağlar,
- Kabloyu %97 oranında sarar,
- Yüksek frekanslarda elektriksel performansı düşüktür.

Folyo Kaplama

- Maliyeti azdır,
- Kolay monte edilebilir,
- %100 kablo kapsamına sahiptir,
- Mekanik dayanımı düşüktür.

Örgü-Folyo Kombinasyonu

- Diğer kablolardan masraf olarak fazlada olsa da yüksek ekranlama kalitesi için çok önemli bir kaplama yöntemidir.
- %100 ekranlama sağlar
- Hem örgü hem de folyo kullanıldığından mekanik dayanımı fazladır,
- Ekranlamada kullanılan iletkenin iç direnci düşüktür,
- Kabloyu tamamen saran bir yapıya sahiptir.

Ekranlama Yöntemleri

Elektromanyetik Girişim İçin Alınabilecek Önlemler Nelerdir? Ekranlama

Ekranlamada Dikkat Edilmesi Gerekenler

- ▶ Ekranlama malzemelerinin ulusal ve uluslararası standartlara uygun olması,
- ▶ Ekranlamanın; sistemin işleyişi sağlayacak kalitede, anlaşma ya da projede taahhüt edilen yeterlilikte olması,
- ▶ Kablonun, kullanılacağı alana uygun mekanik dayanıma sahip olması,
- ▶ Ekranlamada kullanılan iletkenlerin uygun biçimde topraklanması, gerekirse ekranlama hattı için toprağa ek iletken levha gömülmesi.

Elektromanyetik Uyumluluk (EMC) Nedir?

- Elektromanyetik uyumluluk, elektromanyetik **enerjinin** yaratılması, iletilmesi ve alınması durumlarında sağlanan ve elektromanyetik açıdan bir girişim oluşturmayacak her türlü etki olarak tanımlanabilir.

Oluşan **standartlar** sonucunda bir elektronik ürünün pazarlanabilmesi açısından elektromanyetik uyumluluk çok önemli bir kriter haline gelmiştir. Eğer bir ürün herhangi bir ülkenin elektromanyetik uyumluluk koşullarını sağlamıyorsa, ürün o ülkede **satılamaz**.

Elektromanyetik Uyumluluk (EMC) Nedir?



Testlerden Geçen Ürünlerin Kutusuna "CE" sembolü yapıştırılır

- **Teknolojinin** gelişimi sonucunda, elektronik cihaz veya sistem tasarımında elektromanyetik uyumluluk, diğer geleneksel tasarım kriterleri kadar önemli bir tasarım kriteri haline gelmiştir.
- **1996** yılından itibaren EMC standartları elektronik cihazlar için **zorunlu** hale getirilmiştir.
- Bu yüzden ürünlerini satmak isteyen üreticilerin çeşitli testlerden geçen cihazlarına "**CE**" işaretini koymaları gerekmektedir.

EMC standartları tüm ülkelerin uyması gereken standartlardır. 1.Ocak.1996 tarihinden itibaren ülkemizde 89/336/EEC sayılı EMC Uyumluluk Direktifi uygulanmaktadır.



Elektronik Alet Sistemleri ve Dijital Teknikler

YILDIRIM ÇARPMASI

Yıldırım Çarpması



Yıldırımın uzunluğu bazen 9 kilometreyi buluyor.

Etrafındaki 15 kilometrelik alanda etkili oluyor. Ölçümlerde yıldırımın merkezindeki sıcaklık 40 bin dereceye kadar çıkıyor.

Bu kadar güçlü bir oluşum elbette uçakları etkiliyor. Kimi zaman sarsıyor, kimi zaman hasarlar veriyor, uçağın içini kızılötesi gibi ürküntü veren bir ışık rengine boyuyor.

Sesi yolcuları korkutuyor. Ama yine de uçaklar yıldırıma karşı güçlü bir yapıya sahip.

Arada bir hasar görselerde bu kadar güçlü bir gökyüzü kamçısına dayanıyorlar.

Yıldırım nedeniyle meydana gelen kazaların sayısı oldukça az.

Gelecekte daha modern sistemler uçağı yıldırımın hoyrat vurgunundan daha iyi koruyacaklar.

Yolcuların en fazla korktuğı uçuşların başında şimşeklerin çaktığı, yıldırımların düştüğü, türbülansın olduğu havalar gelir.

Yapılan araştırmalar, türbülansla oluşan sarsıntı ve düşen yıldırımların yolcularda uçuş korkusunun oluşmasında ciddi bir payı olduğunu ortaya koyuyor.

Ancak uçaklar gökyüzündeki tüm olaylara dayanacak şekilde imal edilmiştir. Örneğin kanatlar yukarı 5 metre, aşağı 1.5 metre esner.

Yıldırımın ışığı ve sesi yolcuları korkutsa da özel paratoner sistemleri binlerce volt elektrik yükü taşıyan yıldırımların kolayca uçak üzerinden akıp gitmesini sağlar. Yine de yıldırım çarpması sonucu meydana gelen kazalar vardır.

Ancak kazalardan sonra alınan tedbirler ve uçakların geliştirilen paratoner görevi yapan sistemleri yıldırım karşısındaki etkilerini oldukça azaltmıştır.

Peki Yıldırım'a Karşı Uçaklar Nasıl Korunuyor?

Yerdeki sistemler ile karşılaştırıldığında hava araçlarında durum biraz farklıdır. Uçak ile toprak arasında doğrudan bir bağlantı elbette ki yoktur.

Ancak bu işlevi yerine getirecek başka mekanizmalar vardır.

Uçak kendi içinde kapalı bir sistem olduğundan topraklama bağlantısına ihtiyaç duymaz. Uçakta biriken statik yükün boşaltılması içinse kanatta ve kuyruk arka kenarında metal küçük çıkıntılar bulunur.

Uçak yere indiğinde bu tür bir elektrik topraklaması ile uçuş sırasında üzerinde biriken elektrik boşaltılabilir.

Uçađa herhangi yıldırım dűşmesine karşı **paratoner** veya benzeri bir koruma sistemine ihtiyaç yoktur.

Uçağın iletken dış yüzeyi elektrik tertibatından ve yıldırımdan etkilenebilecek diğer sistemlerden (yakıt deposu gibi) izole edilmiş ve çeşitli başka önlemler alınmıştır.

(elektronik aygıtları korumak için, vb.)

Ayrıca yakıt doldurma sırasında da oluşabilecek potansiyel farklarını ortadan kaldırmak ve oluşabilecek kıvılcımları önlemek için pompa ya da yakıt kamyonu ile de bağlantı yapılır.

Bu şekilde olası bir faciadan kurtulmuş olunur.



Birçoğumuz uçağa binme tecrübesi yaşadık. Uçakta **elektronik** eşyalar için veya mutfağında mutfak gereçleri vs. için prizlerin kullanıldığını gördük. Peki bu prizlerin bağlantısı nasıldır?

Uçaklardaki prizlerde toprak hattı var mıdır ? Elektrik çarpması için toprakla bağlantısı olması gerekmiyor mu?

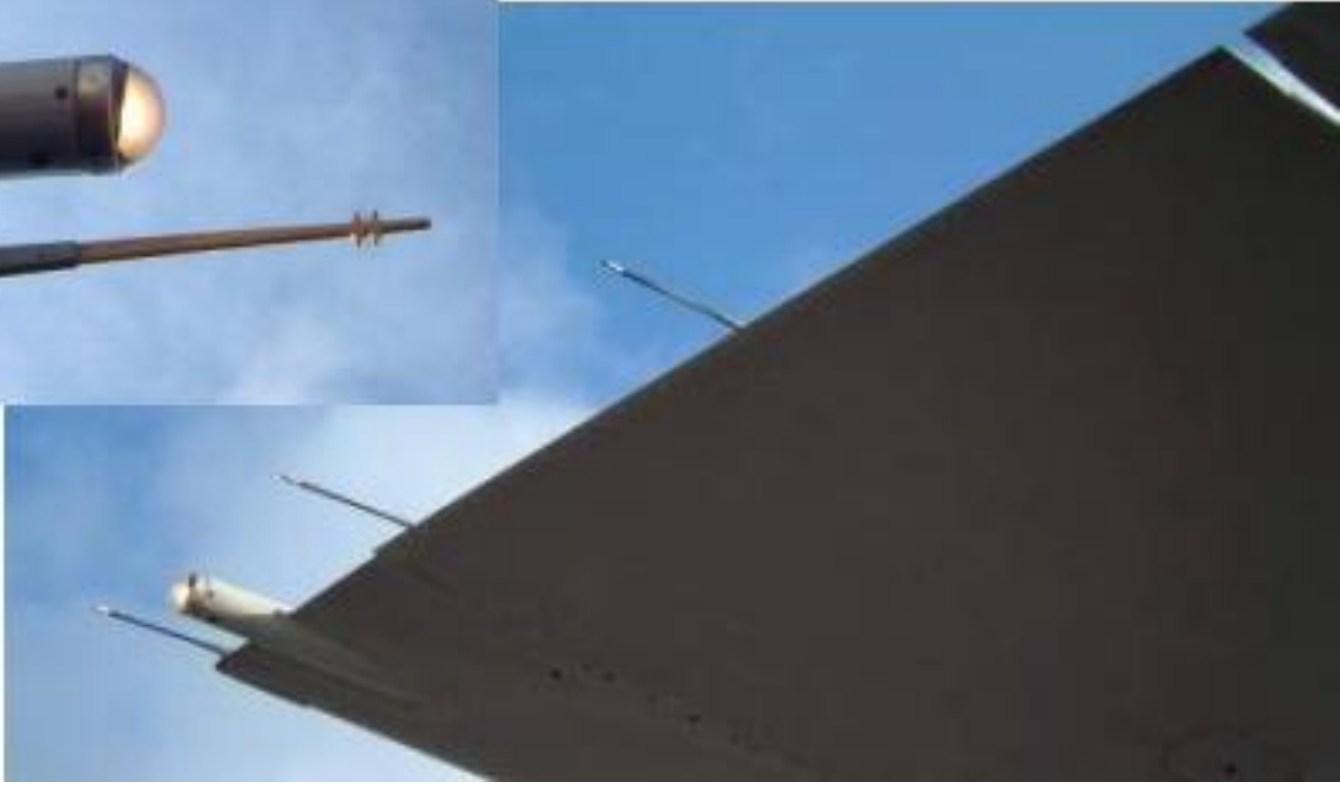
Elektrik akımının akması için, iki su deposu arasında su akışını sağlamak için birisinin yüksekte, diğersinin alçakta olması gerektiği gibi, **yüksek gerilim**e sahip bir kaynakla düşük gerilime sahip bir nokta arasında iletken bir bağlantı olması gerekir.

Yani akımın oluşabilmesi için iki nokta arasında bir potansiyel fark olmalıdır.

Bu demektir ki elektriğin akması için mutlaka toprakla bağlantı gerekmez, kaynaktan farklı gerilime sahip bir noktaya yapılacak bağlantı yeterlidir.

Uçakta ya da yerde **elektrik çarpması**nın sebebi farklı gerilimlerdeki iki nokta arasındaki bu bağlantının insan vücudu tarafından sağlanmasıdır.

Elektrik prizlerindeki iki çıkış prize takılacak bir aletin elektrik kullanabilmesini sağlamak amacıyla farklı gerilimdedir.



Diğer bir yandan uçakların kasaları genellikle elektrik sisteminden izole edilmiş olur.

Bunun sonucu olarak uçağın iç ya da dış yüzeyi prizlerin iki çıkışından da farklı gerilme sahip olabilir.

Bu durum istenmeyen elektrik devreleri oluşturabilir.

Bu durumda uçaklarda prizlerin iki çıkışından birine dokunulduğunda, eğer uçağın yüzeyine de temas ediliyorsa, elektrik çarpması riskini ortaya çıkarır.

Unutulmamalıdır ki uçağın yüzeyinden elektriksel olarak izole olmak (kauçuk tabanlı ayakkabılar, lastik eldivenler vb. giyerek), prizle uçağın kasası arasındaki devrenin tamamlanmasını engeller.

Her şeyden önce insan sağlığına dikkat edilmelidir.

Yıldırım'ın Sebep Olduğu Uçak Kazaları

26 Haziran 1959, Milano/İtalya:

TWA Havayolları'na ait Starliner uçağının tırmanış sırasında yakıt depolarında patlama oldu. Kanadı kopan uçak çakıldı. Olayda 68 kişi hayatını kaybetti. Yapılan incelemede yıldırım düşen uçakta buharlaşan yakıtın alev aldığı tespit edildi.

12 Ağustos 1963, Lyon/Fransa:

Air Inter'e ait Viscount uçağı iniş sırasında yere vurdu. Kazada 21 kişi hayatını kaybederken çarpan yıldırımın pilotların gözlerini kamaştırdığı ve geçici körlük yaratmış olabileceğı iddia edildi.

8 Aralık 1963, Elkton/ABD:

PanAm'a ait Boeing 707 uçağına iniş sırasında çarpan yıldırım sol kanat yakıt tankındaki yakıt buharını tutuşturdu. Yakıt tanklarının infilak etmesi sonucu 81 kişi öldü.

24 Aralık 1971, Puerto Inca/Peru:

Lansa Havayolları'na ait Electra tipi uçak kanadına isabet eden yıldırımla 7 bin metreden düştü. Olayda 91 kişi hayatını kaybetti.

9 Mayıs 1976, Madrid/İspanya:

İran Hava Kuvvetleri'ne ait Boeing 747-131F uçağı iniş sırasında tarlaya düştü. 17 kişinin öldüğü kaza sonrasında yapılan araştırmada paratoner sisteminin çalışmadığı saptandı.

5 Eylül 1980, Montelimar/Fransa:

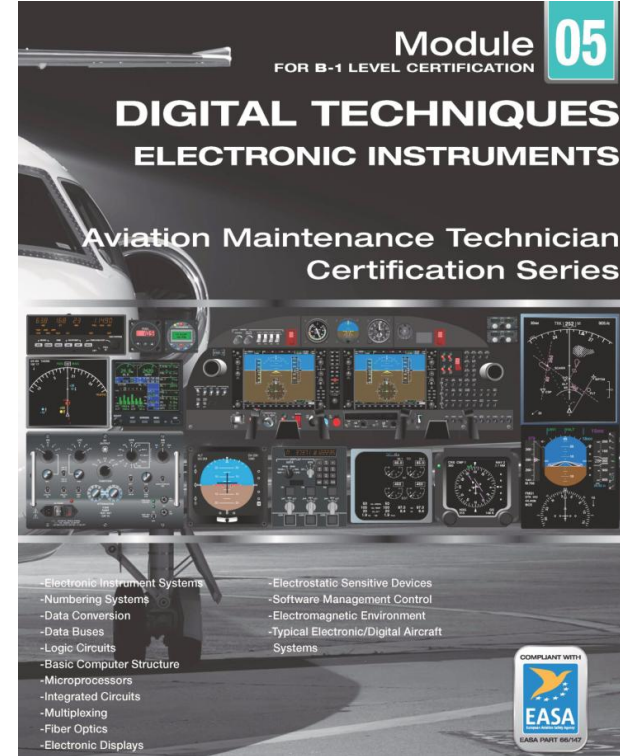
Kuveyt Hava Kuvvetleri'ne ait Lockheed L-100-20 Hercules askeri uçağı yıldırım çarpması sonucunda düştü. 8 kişi öldü.

8 Şubat 1988, Mülheim/Almanya:

Nürnberg Flugdienst şirketine ait Metro III tipi uçağı iniş sırasında yıldırım çarptı. Sağ kanadı parçalanan uçak mecburi iniş yaparken çakıldı. 21 kişi hayatını kaybetti.

Kaynak Kitap:

- EASA Module 05 Digital Techniques Electronic Instruments / 2016
 - Yazar: James W. Wasson, PhD.
 - Yayıncı: Aircraft Technical Book Company
 - <https://www.actechbooks.com/>



Download:

<https://www.iaapune.org/myimg/EASA%20Module%2005%20Digital%20Techniques%20Electronic%20Instruments.pdf>

Kaynaklar: (web)

- EASA Part 66 B1 Guide / Module 05.Digital Techniques / Exam Questions
- <http://part66eu.blogspot.com/p/electronic-instrument-systems.html>
- KLMUK EASA B1 Module 5 Demo (KLM UK Training / Module 5 Study Notes)
- https://klmuktraining.com/online/pluginfile.php/4169/mod_resource/content/5/KLMUK%20EASA%20B1%20Module%205%20Demo.pdf

Kaynaklar: (MEGEP)

- **Alet Sistemleri 1 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Alet%20Sistemleri%201.pdf
- **Alet Sistemleri 2 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Alet%20Sistemleri%202.pdf
- **Aletli Gösterge Ve Aviyonik Sistemler / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Aletli%20G%C3%B6sterge%20Ve%20Aviyonik%20Sistemler.pdf
- **Komünikasyon-Navigasyon 1 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kom%C3%BCnikasyon-navigasyon%201.pdf
- **Komünikasyon-Navigasyon 2 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kom%C3%BCnikasyon-navigasyon%202.pdf
- **Komünikasyon-Navigasyon 3 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kom%C3%BCnikasyon-navigasyon%203.pdf
- **Otomatik Uçuş / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Otomatik%20U%C3%A7u%C5%9F.pdf
- **Dijital Uçak Sistemleri / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Dijital%20U%C3%A7ak%20Sistemleri.pdf
- **Displayler ve Kokpit Aletleri / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Displayler%20ve%20Kokpit%20Aletleri.pdf
- **Elektrostatik Deşarj Ve Elektromanyetik Çevre / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Elektrostatik%20De%C5%9Farj%20Ve%20Elektromanyetik%20%C3%87evre.pdf
- **Fiber Optik / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Fiber%20Optik.pdf
- **Kabin Bakım / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kabin%20Bak%C4%B1m.pdf
- **Sayı Sistemleri Ve Data Çeviriciler / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Say%C4%B1%20Sistemleri%20Ve%20Data%20%C3%87eviriciler.pdf

*(MEB Yayınları)