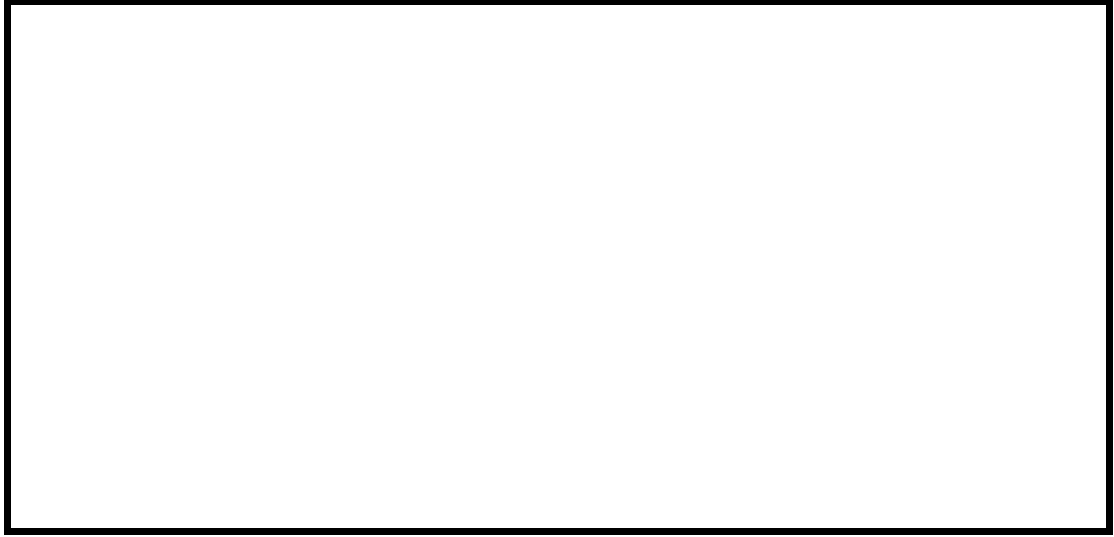




**TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU**

**THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY**



Mühendislik Araştırma Grubu (MAG)

Engineering Research Grant Group

DEPREM SİMÜLATÖRÜ TASARIMI VE YAPIMI

PROJE NO: MAG-HD-11(105M082)

Y.DOÇ.DR. MUSTAFA KUTANİS

OCAK 2007
SAKARYA

ÖNSÖZ

“Deprem Simülatörü Tasarımı ve Yapımı” projesi TÜBİTAK’ın desteği ile Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü’nde gerçekleştirilmiştir. Projenin amacı, İnşaat Mühendisliği’nde okuyan lisans ve yüksek lisans düzeyindeki öğrencilere deprem mühendisliği ve yapı dinamiği alanlarında deneysel çalışma yapma imkanı vermek; böylece, deprem etkisindeki yapıların dinamik davranışını daha iyi anlaşılmasını sağlamaktır.

Bu projenin maliyeti 12,750YTL dir. Maliyetinin düşük olması nedeniyle, TÜBİTAK aynı cihazı, diğer üniversitelerimizin inşaat mühendisliği bölümlerine de tavsiye ederek sahip olmaları sağlanabilecektir. Ayrıca, TÜBİTAK’ın bilgisi ve izni dahilinde, bahsı geçen cihaz, çevre illerdeki üniversitelerimizin kullanımına da imkan verilebilecektir.

İÇİNDEKİLER

Dış Kapak	i
İç Kapak	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	viii
1.0. GİRİŞ	1
2.0. GENEL BİLGİLER	1
2.1. Konuyla İlgili Çalışmalar	2
3.0. SİSTEM ÖZELLİKLERİ	5
3.1. Sarsma Tablası	5
3.2. Motor Hız Kontrol Ünitesi	5
3.2.1. Genel Bilgi	5
3.2.2. Motor Hız Kontrol Ünitesi Özellikleri	6
3.3. Veri Toplama Ünitesi (DAQ)	6
3.4. LabView	8
4.0. UYGULAMA: 3 BOYUTLU 2 KATLI ÇELİK ÇERÇEVE MODELİNİN SARSMA TABLASI DENEYİ	9
4.1. Genel	9
4.2. Test Yapısının Mekanik ve Geometrik Özellikleri	9
4.3. Deney Düzenekinin Hazırlanması	10
4.4. Analitik Modelinin İncelenmesi	10
4.5. Deney Sonuçları	11
4.6. Yapısal Sönümünün Belirlenmesi	20
5.0. SONUÇ VE ÖNERİLER	21
Yararlanılan Kaynaklar	22
EK-1. ICS 3140-002 MİNYATÜR İVMEÖLÇERLERİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ	23
EK-2. POWERDAQ LAB PCI MULTIFUNCTION BOARD'UN TEKNİK ÖZELLİKLERİ	26
EK-3. LABVIEW QUICK REFERENCE	30

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	Deprem simülatörü projesi.	2
Şekil 2.	Sarsma tablası tahrik ünitesi	5
Şekil 3.	Motor Hız Kontrol Ünitesi	6
Şekil 4.	Veri toplama ünitesi şematik olarak gösterilmesi	7
Şekil 5.	Minyatür, tek eksenli ivmeölçer.	7
Şekil 6.	Test edilen çelik çerçeve detayları	9
Şekil 7.	Deney çerçevesinin sarsma tablasına klamplarla sıkıştırılması	10
Şekil 8.	Titreşim mod şekilleri.	11
Şekil 9.	İvmeölçerlerin konumu.	12
Şekil 10.	SeismoSignal programı ile filtreleme.	13
Şekil 11a.	20Hz çıkış frekansında tabla üzerinde kaydedilmiş düzeltilmemiş ivme kaydı.	14
Şekil 11b.	20Hz çıkış frekansında tabla hareketi düzeltilmiş ivme kaydı.	14
Şekil 11c.	20Hz çıkış frekansında tabla hareketi deplasman kaydı.	14
Şekil 11d.	20Hz çıkış frekansında tabla titreşimine ait %5 sönümlü ivme spektrumu.	14
Şekil 12a.	20Hz çıkış frekansında yapı tepesinde kaydedilmiş düzeltilmemiş ivme kaydı.	15
Şekil 12b.	20Hz çıkış frekansında yapı tepesinde düzeltilmiş ivme kaydı.	15
Şekil 12c.	20Hz çıkış frekansında yapı tepesinde deplasman kaydı	15
Şekil 12d.	20Hz çıkış frekansında yapı titreşimine ait ivme %5 sönümlü spektrumu	15
Şekil 13a.	30Hz çıkış frekansında tabla üzerinde kaydedilmiş düzeltilmemiş ivme kaydı.	16
Şekil 13b.	30Hz çıkış frekansında tabla hareketi düzeltilmiş ivme kaydı.	16
Şekil 13c.	30Hz çıkış frekansında tabla hareketi deplasman kaydı	16
Şekil 13d.	30Hz çıkış frekansında yapı titreşimine ait ivme%5 sönümlü spektrumu	16
Şekil 14a.	30Hz çıkış frekansında yapı tepesinde kaydedilmiş düzeltilmemiş ivme kaydı.	17
Şekil 14b.	30Hz çıkış frekansında yapı tepesinde düzeltilmiş ivme kaydı.	17
Şekil 14c.	30Hz çıkış frekansında yapı tepesinde deplasman kaydı	17
Şekil 14d.	30Hz çıkış frekansında yapı titreşimine ait ivme %5 sönümlü spektrumu	17
Şekil 15a.	45Hz çıkış frekansında tabla üzerinde kaydedilmiş düzeltilmemiş ivme kaydı.	18
Şekil 15b.	45Hz çıkış frekansında tabla hareketi düzeltilmiş ivme kaydı.	18

Şekil 15c.	45Hz çıkış frekansında tabla hareketi deplasman kaydı	18
Şekil 15d.	45Hz çıkış frekansında tabla titreşimine ait ivme%5 sönümlü spektrumu	18
Şekil 16a.	45Hz çıkış frekansında yapı tepesinde kaydedilmiş düzeltilmemiş ivme kaydı.	19
Şekil 16b.	45Hz çıkış frekansında yapı tepesinde düzeltilmiş ivme kaydı.	19
Şekil 16c.	45Hz çıkış frekansında yapı tepesinde deplasman kaydı	19
Şekil 16d.	45Hz çıkış frekansında yapı titreşimine ait ivme%5 sönümlü spektrumu	19
Şekil 17.	Yapı modelinin serbest titreşimi.	20

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.	İYTE, İnşaat Mühendisliği Bölümü Sarsma tablasının özellikleri	4
Tablo 1.	Analitik inceleme ile elde edilmiş model yapının dinamik karakteristikleri	20

ÖZET

Bu projenin amacı, Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde, lisans ve yüksek lisans düzeyinde deprem mühendisliği eğitimine katkıda bulunmak amacıyla tek eksenli sinüzoidal deprem simülatörünün tasarımını ve imalatını gerçekleştirmektir. Tasarlanan Sarsma tablasının tahrik ünitesi, mikroprosesör kontrollü, değişken hızlı, trifaz AC elektrik motorundan oluşmaktadır. Sarsma tablası 30 kg kapasitelidir. Sistem, 1-200 Hz frekansta çıkış sağlayan motor, veri toplama toplama ünitesi ve bir bilgisayardan oluşmaktadır. Veri toplama ünitesi, LabVIEW yazılımı ile kontrol edilmektedir.

Deprem simülatörü veya sarsma tablası, deprem mühendisliği eğitiminin bir parçasıdır. Geleceğin inşaat mühendislerine, yapı dinamiği ve deprem mühendisliği ile ilgili bir takım kavramların öğretilmesinde, sarsma tablası deneyleri çok etkili bir araçtır. Bu proje ile, Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği öğrencileri bu imkana kavuşmuşlardır.

Anahtar Kelimeler: Deprem Simülatörü, Sinüzoidal Sarsma Tablası

SUMMARY

This project aims to design and manufacture a less costly single-axes sinusoidal shaking table to enhance undergraduate and graduate education in earthquake engineering. The Shaking Table will be used in the Civil Engineering Department at Sakarya University. It is actuated by computer controlled, variable speed, three phase power, AC motor. It supports maximum payloads from 0.01 to 30 kgs and has frequency ranges between 1 and 200 Hz. The system is comprised of a shake table, a microprocessor controlled power module, a data acquisition card, and a PC running control software. The PC receives signals through the data acquisition card using LabVIEW.

Earthquake simulator tables, or shake tables are traditionally used for experimental research and education in earthquake engineering. It is an effective means of introducing basic concepts in structural dynamics and earthquake engineering. Even at the undergraduate level, concepts in dynamics such as natural frequencies and mode shapes can clearly be portrayed during such experiments. Experimentation and hands on experience seems to be the best way to explain complex topics to future structural engineers. The students in civil engineering department at Sakarya University can now have the opportunity to use the shake table for their experiments.

Keywords: Earthquake Simulator, Sinusoidal Shake Table.

Deprem Simülatörü Tasarımı ve Yapımı

1.0 GİRİŞ

Günümüzde, inşaat mühendisliği disiplininin karşılaştığı en önemli zorluklardan biri, kuşkusuz, deprem hasarlarının ve kayıplarının azaltılması sorunudur. Bu zorluğu aşmak için, geleceğin inşaat mühendisleri, yer hareketi etkisindeki yapıların (binalar, köprüler, barajlar vb...) dinamik davranışını çok iyi anlamak zorundadır.

Eğitim amaçlı geliştirilen küçük boyutlu sarsma tablası ile yapı serbest titreşim frekansı ve yer hareketi frekansı arasındaki ilişkinin gözlemlenmesi ve depreme maruz kalan yapıların daha güvenli nasıl inşaa edilebileceği konusunda fikir sağlayabilecektir.

Bu projenin amacı, lisans ve yüksek lisans düzeyindeki inşaat mühendisliği eğitiminde, deprem mühendisliği ile ilgili kavramları, yapılacak bir dizi deneylerle pekiştirmektir.

Projede kullanılan laboratuvar araçları hakkında (frekans düzenleyici, hassas ivme ölçerler, veri toplama ünitesi, LabView yazılımı, vb...), öğrencilerin deney tecrübesi kazanmaları amaçlanmıştır.

Yüksek Lisans düzeyinde ise, matematiksel modellerin, deneysel sonuçlarla karşılaştırılması; deneysel modal analiz; aktif ve pasif kontrol sistemlerinin geliştirilmesi konularında deneylerin yapılabilmesi olanağı sağlanmıştır.

2.0 GENEL BİLGİLER

“Deprem Simülatörü Tasarımı ve Yapımı” projesi TÜBİTAK’ın desteği ile Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü’nde gerçekleştirilmiştir. Sistem sarsma tablası, hız (frekans) kontrol ünitesi, veri toplama ünitesi ve bir bilgisayardan oluşmaktadır (Şekil 1). Bilgisayar, LabView programını kullanarak veri toplama kartından sinyalleri toplamaktadır. 70cm yüksekliğinde bir platforma yerleştirilen sarsma tablası tek eksen doğrultusunda ileri-geri hareket etmektedir. Bu hareket, 0.33HP gücünde 1/5 redüktör ile torku arttırılmış trifaz AC elektrik motorunun, eksantrisitesi ayarlanabilir alüminyum krank şafta bağlı rotu tahrik etmesi ile sağlanmaktadır. Motorun tüm hareketleri AC motor hız kontrol ünitesi ile verilmektedir.

Hazırlanan yapı modelleri, sarsma tablasına monte edilen klamparla tutturulmaktadır. Sistem 30kg a kadar modelleri test edebilmektedir. Toplam stroke ± 15 cm dir. Max ivme uygulanan hızın frekansına ve ayarlanan stroka bağlı olarak değişmektedir. Ancak kullanılan ivme ölçerlerin max. kapasitesi ± 2 g dir.



Şekil 1. Deprem simülatorü projesi.

2.1 Konuyla İlgili Çalışmalar

Deprem simülatorleri veya sarsma tablaları, 1960 'lı yıllardan beri yapı mühendisliği alanındaki bilimsel araştırmalarda kullanılmaya başlanmıştır (Penzien vd., 1967; Stephen vd., 1969). Günümüzde, dünyanın pekçok ülkesinde birebir ölçekte veya değişik ölçeklerdeki yapı sistemlerinin test edilmesi amacıyla sarsma tablası laboratuvarları kurulmuştur. Bu bağlamda, yapı sistemlerinin deprem etkisi altında davranışlarının incelendiği deprem simülator cihazları üç kategoride incelenebilir:

- 1- Bilimsel araştırma amaçlı büyük ölçekli servo-hidrolik tahrikli sarsma tablaları
- 2- Toplumun tüm fertlerine açık, eğitim amaçlı, deprem deneyimini yaşatmak amacıyla kurulmuş simülasyon merkezleri
- 3- Küçük ölçekli, düşük maliyetli, yapı dinamiği veya deprem mühendisliği gibi lisans derslerinin daha iyi anlaşılması için geliştirilen elektrikli sarsma tablaları

Deprem mühendisliği araştırma laboratuvarlarında yer alan birinci kategorideki sarsma tablalarına örnek olarak, Japonya'daki Hyogo Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi, ABD'ndeki NEES Berkeley Deprem Simülator Laboratuvarı ve İtalya'da, Avrupa Birliği ülkeleri'nin ortaklaşa kurduğu Pavia'daki (EUCENTRE) verilebilir.

Hyogo Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi'nde, 20 m x 15 m'lik ebatlarında üç eksenli sarsma tablası bulunmaktadır. Bu laboratuvar, dört katlı betonarme bir yapıyı birebir ölçekte test etmek için kullanılabilir (http://www.bosai.go.jp/hyogo/ehyogo/index.html).

California Berkeley Üniversitesi Deprem Simülatorü Laboratuvarı'nda, ABD'ndeki en büyük üç eksenli sarsma tablası bulunmaktadır. 6m x 6m ebatlarındaki bu sarsma tablasında, 45 tona kadar olan yapılar, 1.5g'lik maksimum yatay ivme ile sarsabilmektedir (<http://eerc.berkeley.edu/lab/earthquake-simulator-lab.html>).

EUCENTRE 'da bulunan 5.6 m x 7.0 m ebatlarındaki tek eksenli servo-hidrolik tahrikli sarsma tablasında 70 tonluk yapılara 1.8g 'lik ivme uygulanabilmektedir (<http://www.eucentre.it/eng/>).

Türkiye 'de Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nde yatay tek eksenli hareket yeteneğine sahip 3m x3m boyutlarında sarsma tablası, 2003 yılından itibaren araştırmacıların hizmetine sunulmuştur. Burada, 10 ton ağırlığındaki nesnelere, servo-hidrolik iticiler tarafından 0-50 Hz frekans aralığında denenebilmektedir (<http://fatin.koeri.boun.edu.tr/depremmuh/shakingtable/shakingtable.htm>).

T.C İçişleri Bakanlığı Sivil Savunma Genel Müdürlüğü, Ankara Sivil Savunma Arama ve Kurtarma Birliği tesisleri içinde bulunan servo-sürümlü deprem simülatorü, hareketli platformu 6.90 metre X 3.90 metre boyutunda olup, üç doğrultuda (3-D) titreşebilmekte, üzerine yüklenen 2 ton'a kadar ağırlıklarla, MM skalasında 8+ şiddetini aşan deprem hareketlerini canlandırabilmektedir (<http://www.ssgm.gov.tr>). Simülator, esas olarak, insanlara şiddetli depremlerde oluşan fiziksel koşulları (sarsıntı, ses, toz, ışık) benzetim yoluyla yaşatma amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Eğitim amaçlı, küçük ölçekli sarsma tablalarına örnek olarak UCIST (University Consortium on Instructional Shake Tables) verilebilir. UCIST, ABD'de Ulusal Bilim Kurumu'nun (NSF) destekleriyle St. Louis' deki Washington Üniversitesi bünyesinde, 23 enstitü ile ortaklaşa kurulmuştur (<http://cive.seas.wustl.edu/wusceel/ucist/>; Ranf, R.T. and Dyke, S.J., 2001). UCIST tarafından geliştirilen servo motorlu sarsma tablasının çalışma kapasitesi 11.25 kg (25 lbf), maksimum ivme 1g, çalışma frekansı 0-20 Hz, boyutları 45.72cm x 45.72cm (18 in x18 in) ve stroke +/- 7.62 cm (+/- 3 in) dir.

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE)'nde özel bir firma tarafından (<http://www.ancoengineers.com/shaketable.html>) büyük ölçekli tek eksenli sarsma tablası ile birlikte, küçük ölçekli bir sarsma tablasıda kurulmuştur. 70 cm x 70 cm ölçülerinde, üç eksenli servo elektrik sarsma tablası ikisi yatay biri düşey olmak üzere birbirinden bağımsız üç boyutlu hareket etme özelliğine sahiptir.100 kg ağırlığındaki test nesnelere 0-40 Hz frekans aralığında denemek mümkündür. Tablada +/- 12 cm deplasman, 1.2 cm/s hız ve 10g 'ye kadar ulaşan ivme uygulamak mümkündür.

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde de, gerektiği zaman herkesin (araştırmacı ve öğrenci) rahatlıkla kullanabileceği bir deprem simülatorü imal edilmiştir. Taşınabilir boyutta ve servo motor ile çalışan tek boyutlu deprem simülatorünün hareketli tablası 40 cm x 40 cm'lik boyutlara sahiptir. 30 kg'lık bir yükü 2 g'lik ivmeyle hareket ettirebilmektedir. Yer değiştirme kapasitesi ± 7 cm'dir (Kınay, G. ve Turan, G. 2006).

Tablo 2. İYTE, İnşaat Mühendisliği Bölümü Sarsma tablasının özellikleri

Özellik	Değer	Birim
Tabla genel boyutları (L x W x H)	60 x 50 x 9	cm
Tabla boyutları (L x W x t)	40 x 40 x 1	cm ³
Toplam kütle	30	kg
Tabla kütlesi	4.5	kg
Maksimum yer değiştirme	±7	cm
Maksimum hız	25	cm/s
Maksimum kuvvet (teorik)	1600	N
Maksimum motor torku	1.274	N•m
Servo motor gücü	400	W
Sonsuz vida mili	5	mm/döngü
Vida somunu dinamik yük taşıma kapasitesi	780	kg•f

Boğaziçi Üniversitesi KRDAE’nde bulunan, küçük ölçekli üç eksenli sarsma tablası, yüksek maliyeti, işletim zorlukları ve uzman teknik personel gerektirmesi nedeniyle, özel olarak kurulan laboratuvarların dışında kullanılması kesinlikle mümkün görülmemektedir.

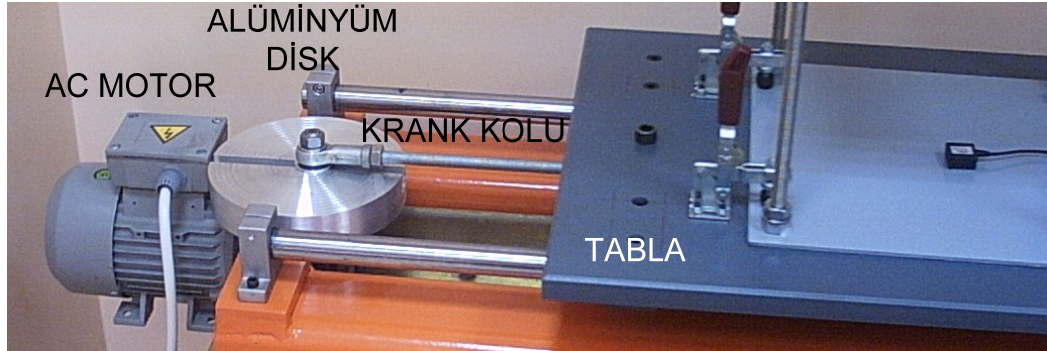
İYTE, İnşaat Mühendisliği Bölümü’nde gerçekleştirilen çalışma TÜBİTAK MAG-HD-11 projesi ile aynı amaçları taşımaktadır. İYTE de üretilen simülatör, mevcut deprem ivme kayıtlarının tablaya uygulanabilmesi için servo motor kullanılmıştır. TÜBİTAK MAG-HD-11 projesi ön tasarımında bu alternatif da düşünülmüştü. Ancak, servo kontrollere entegre olmuş PC ile deprem ivme kayıtları sinyallerinin üretilmesi ve bu siyallerle tablanın ürettiği hareket arasında kalibrasyon sorunu vardır. Bu zorluk Kınay ve Turan’ın çalışmalarında vurgulanmaktadır. (Kınay, G. ve Turan, G. 2006).

Depreme dayanıklı yapı tasarımında, deprem ivme kayıtlarının kullanılması ile ilgili sorunlardan dolayı (Kutaniş, 2006), frekansa dayalı hesap yöntemleri (spektral analiz) tercih edilmektedir. Bu nedenle, TÜBİTAK MAG-HD-11 projesinde deprem ivme kayıtlarının kullanılmasından vazgeçilmiştir. Bunun yerine, Tablaya 0-200 Hz arası istenilen frekansta hareket verilebilmesini sağlayan ve hiçbir yazılım gerektirmeyen pratik bir sistem entegre edilmiştir.

3.0 SİSTEM ÖZELLİKLERİ

3.1. Sarsma Tablası

Kullanım	Eğitim amaçlı “Deprem Mühendisliği” ve “Yapı Dinamiği” deneyleri
Tabla	PVC malzemeden imâl 60x42x2 (cm)
Titreşim yönü	Tek eksenli yatay, sinüzoidal hareket
Çalışma Kapasitesi	30 kg
Tabla çalışma yüksekliği	72 cm
Deplasman	±150mm stroke
Max ivme	±2g
Tahrik mekanizması	Eksantrisitesi ayarlanabilir alüminyum krank şafta bağlı rod (Şekil 2)
Tahrik ünitesi	0.33HP motor, 1/5 redüktörlü
Motor kontrol	0-200 Hz değişken frekans üretebilen, Medel A.C Trifaz Motor hız kontrol ünitesi
Gereken güç	220V monofaz
Gerekli çalışma alanı	2.0m x 3.0m



Şekil 2. Sarsma tablası tahrik ünitesi

3.2. Motor Hız Kontrol Ünitesi

3.2.1. Genel Bilgi

MEDEL ELEKTRONİK A.C Motor hız kontrol üniteleri, 0.75 KW tek faz girişli cihazdan, 300 KW üç faz girişli cihaza kadar A.C motor hız kontrolü alanında kullanılabilir. Kontrol bölümü, son derece yüksek performansa sahip (40MHz) mikroişlemci ile dizayn edilmiştir. Güç bölümünde en yüksek teknolojiye sahip IPM (Intelligent Power Modules) Akıllı Güç Modülleri kullanılmıştır. Dolayısıyla en yüksek güvenilirlik ve esneklik sağlanmıştır. Özel PWM modülasyonu ve 8 khz tetikleme frekansı sayesinde son derece sessiz motor çalışmasına sahiptir (Şekil 3).



Şekil 3. Motor Hız Kontrol Ünitesi

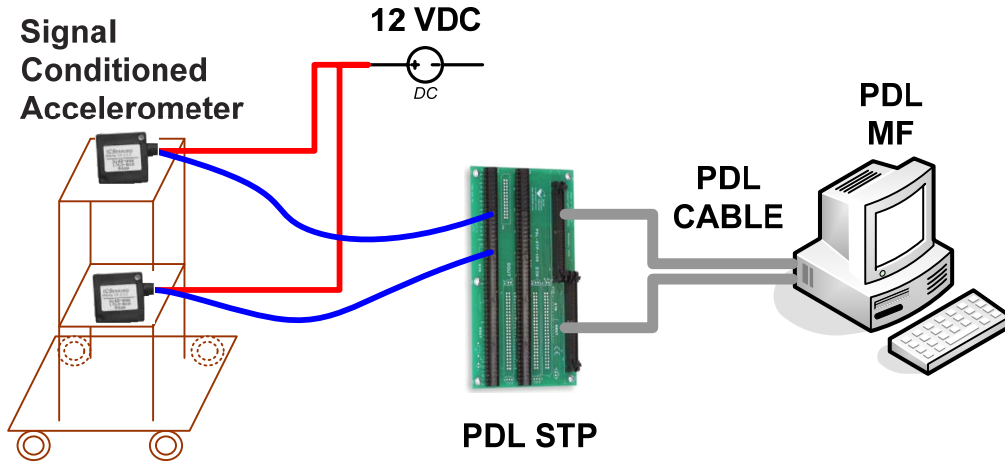
3.2.2. Motor Hız Kontrol Ünitesi Özellikleri

- Yüksek kalkış momenti.
- RS 232 seri portu ile bilgisayardan programlayabilme, motor dönüş bilgilerinin ekrandan görülebilmesi.
- Bütün otomasyon uygulamalarına cevap verebilecek kumanda bağlantısı ve programlama menüsü.
- Kullanıcı için LCD Ekran 2x16 karakter ve membrane tus takimi. Ekrandan motor frekansı, dönüş yönü ve d/dk'sini görebilme.
- Motor set değeri, dönüş yönü ve diğer parametrelerin enerji kesilse dahi flash eeprom'da sürekli saklanması.
- Çıkış frekansının (motor hızı ile orantılı) 6 ayrı yerden ayarlanması.
- Programlanabilir yumuşatması ile ayarlanabilir hızlanma / yavaşlama zamanları. (00.0.....999.9 saniye)
- Besleme voltajı MONOFAZE : 220V %20 Tol. Faz, Nötr. (154 & 264)
TRIFAZE : 380V %20 Tol. 3Faz, Nötr (304 & 456)
- Çıkış 0..220 & 380 Volt A.C.
- Sıcaklık 0-55 C.
- Frenleme %30.
- Güç nominal %150 Aşırı yük %200.
- CosQ 0.99

EEPROM : elektrikli silinebilir programlanabilir sadece okunabilir hafıza. Sadece elektrik sinyalleri tarafından silinebilir veya programlanabilir ROM.

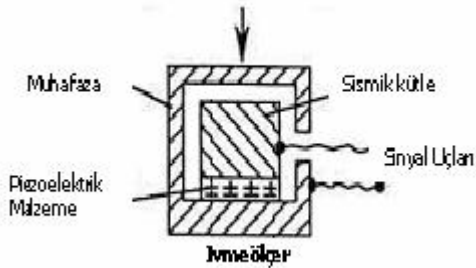
3.3. Veri Toplama Ünitesi (DAQ)

Veri toplama ünitesi ivmeölçerler (ICS 3140 Signal Conditioned Accelerometer, Ek-1), PowerDAQ Veri Toplama Ünitesi (PDL STP konnektör blok, PCI Veri Toplama kartı, PowerDAQ yazılım sürücüler, Ek-2) ve LabVIEW veri işleme yazılımından oluşmaktadır. İvme ölçerler 12 VDC ile beslenmektedir. İvmeölçerlerin topladığı sinyaller, PDL STP konnektör blok (DAQ plug in board) tarafından toplanır, işlenir, depolanır ve yazılımın istediği biçimde bilgisayara sinyaller gönderir. Bilgisayara gelen sinyaller kullanıcının isteği doğrultusunda LabView ile değerlendirilir (Şekil 4).



Şekil 4. Veri toplama ünitesi şematik olarak gösterilmesi

İvme ölçerler, genel amaçlı mutlak hareket ölçümlerinde, şok ve titreşim ölçümlerinde kullanılırlar. Sismik ivmeölçerler, yer, bina, köprü üzerinde deprem, inşaat, madencilik çalışmaları, büyük nakliye vasıtalarının yol açtığı titreşimleri ölçebilirler. Tüm ivmeölçerlerde bir sismik kütle, yay ve damper sistemi vardır. Sismik kütle üzerine etkiyen atalet kuvvetinin yarattığı ivme ölçülür (Şekil 5).



Şekil 5. Minyatür, tek eksenli ivmeölçer.

Veri toplama ünitesi DAQ (Data Acquisiton), (a) sensörlerden, transdüser ve test problemleri veya fikstürlerinden alınan elektrik sinyalleri toplamak ve ölçmek, ve girilen verileri bilgisayar ortamına işlemek için sokmak; (b) bir bilgisayara takılmış A/D (Analogdan dijitale) veya DIO (dijital girdi/çıkı) bordlarıyla aynı çeşit elektrik sinyalleri toplayıp ölçmek ve aynı bilgisayarda D/A ve/veya DIO bordlarıyla kontrol sinyalleri üretmek amacıyla kullanılır.

3.4. LabView

Labview, National Instruments (2006) firmasının yazdığı programlama yazılımıdır. Grafikselle bir yaklaşımı vardır. Her işlem, fonksiyon, değişken bir kutucukla ifade edilir ve bunlar birbirine bağlanarak programlar yazılır. Daha çok "instrumentation/instrument control" gibi konularda kullanılır. Veya kısaca Labview, veri toplama ve kontrolünde, veri analizi ve veri sunumunda kullanılan, G programlama dili tabanlı bir grafikselle program geliştirme ortamıdır (Ek-3).

Labview programları genellikle "sanal enstrümanlar" veya VI'ler (virtual instruments) olarak adlandırılırlar. Labview'da kullanıcı arayüzü olarak, sistemin aktif kontrolünü sağlayan kullanıcı "ön paneli" oluşturulur. VI'lerin ön paneline kontrol paletinden seçilen sayısal göstergeler, ölçekler, metreler, termometreler, LED'ler, çizelgeler, grafikler ve daha fazlasını yerleştirilebilir. Her şey tamamlandığında çalışan VI'ler, bir anahtarı tıklanarak, bir sürgü oynatılarak, grafiğe zoom yapılarak veya klavyeden bir değer girilerek, ön panelden kontrol edilebilir. VI'ler programlanırken, bilinen programlarda ortaya çıkan pek çok sintatik (syntax error) detayla uğraşmadan, blok diyagram oluşturulur. Nesnelere, fonksiyonlar (Functions) paletinden seçilir ve bir bloktan diğerine tel çekilerek birbirlerine bağlanır.

Blokların içeriği basit aritmetik fonksiyonlardan, ileri veri toplama ve analiz işlemlerine, network ve dosya I/O işlemlerine kadar çeşitlilik göstermektedir. LabVIEW'deki işletim sırası, ardarda metin satırları şeklinde değil, bloklar arası veri akışı şeklindedir ve aynı anda çalışan diyagramlar oluşturmak mümkündür. LabVIEW, ayrı yollardan farklı işlere görebilen bir sisteme sahiptir (multitasking and multithreaded system). LabVIEW VI'lerinin dizaynı modülerdir. Bu sayede VI'lar kendi başlarına koşturulabilir veya başka bir VI'nın parçası olarak kullanılabilir.

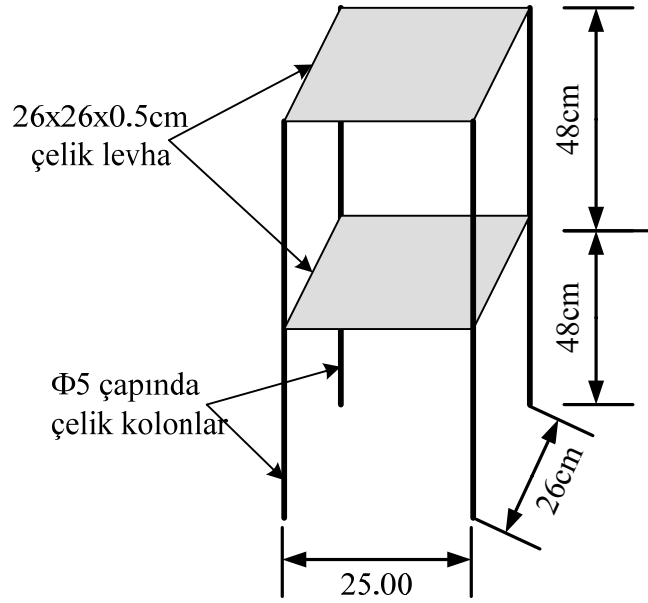
4.0. UYGULAMA: 3 BOYUTLU 2 KATLI ÇELİK ÇERÇEVE MODELİNİN SARSMA TABLASI DENEYİ

4.1. Genel

Bu deneyin amacı:

1. Küçük boyutlarda imal edilen 2 katlı bir çelik yapının dinamik karakteristiklerinin belirlenmesi
2. Test yapısının yer hareketine olan cevabını, analitik yöntemlerle edilelen sonuçlarla karşılaştırılması.
3. Kuvvetli yer hareketi etkisindeki yapılarda deprem frekansı ile yapı frekansı arasındaki ilişkinin önemini gösterilmesi

4.2. Test Yapısının Mekanik ve Geometrik Özellikleri

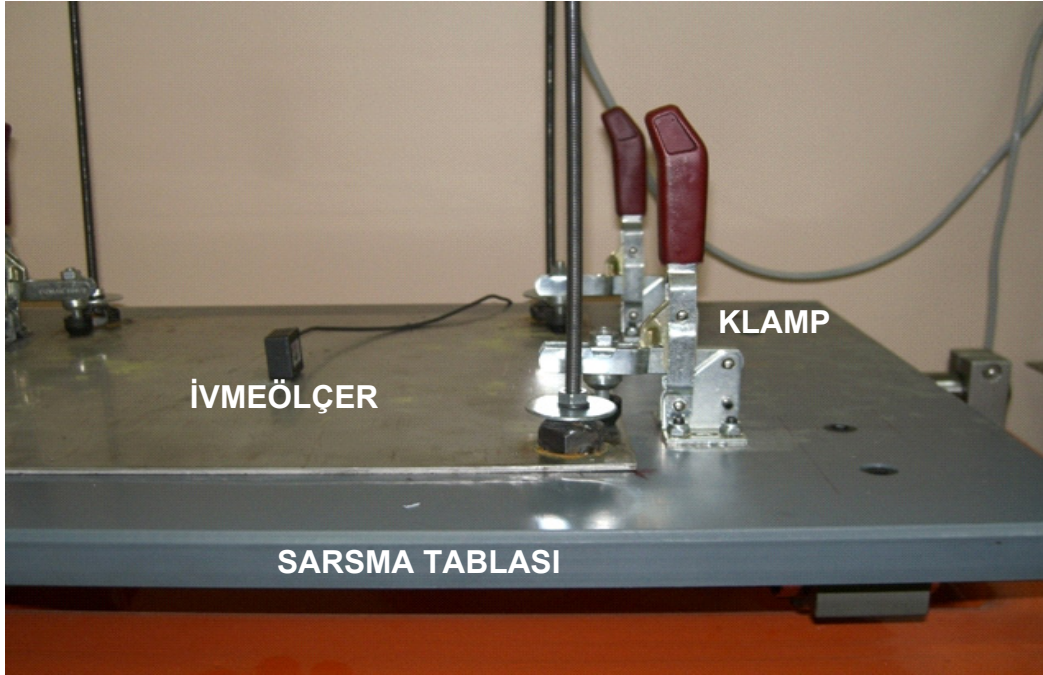


Şekil 6. Test edilen çelik çerçeve detayları.

Şekil 6' da test edilen çelik çerçeve görülmektedir. Tek açıklıklı 2 katlı olarak tasarlanan kare çerçevenin bir kenarı 260mm ve kat yüksekliği 480mm'dir. Kat düzlemleri 4mm kalınlığındaki çelik levhadan oluşturulmuştur. Kolonlar $\Phi 5$ çaplı çelik çubuklardan yapılmıştır. Kat ağırlığı 2.8kg dir.

4.3. Deneý Düzeneginin Hazırlanması

Öncelikle, hazırlanan deneý elemanları 60x42 boyutlarındaki sarsma tablasının üzerine klamparla (Şekil 7) sıkıştırılması gerekmektedir. Daha sonra deneýin amacına bağlı olarak, input verisini kaydetmek amacıyla tablanın üzerine ve output verisini kaydetmek amacıyla da yapı modelinin tepe noktasına ICS 3140 Signal Conditioned sensörler yerleştirilir. Labview bilgisayar programında kodlanmış yazılım çalıştırılır. Motor hız kontrol ünitesinde istenilen motor hız frekansı ayarlanır. Böylece sistem hazır hale getirilir.



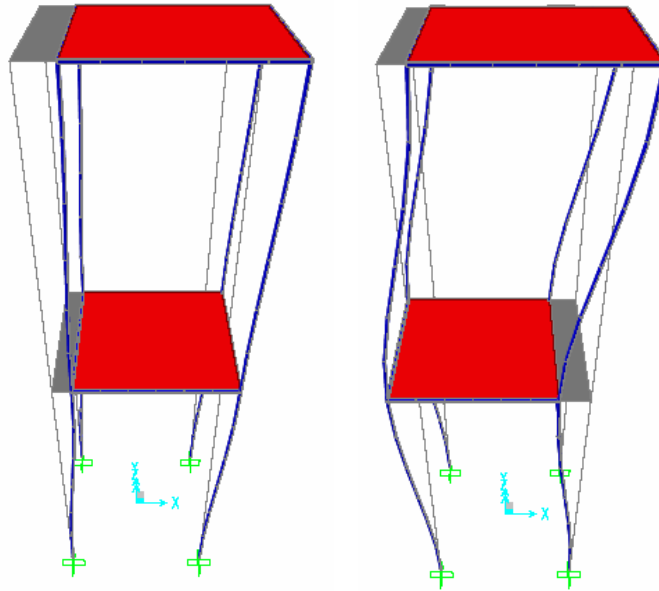
Şekil 7. Deneý çerçevesinin sarsma tablasına klamplarla sıkıştırılması.

4.4. Analitik Modelinin İncelenmesi

Deneý çerçevesinin dinamik karakteristiklerini belirlemek amacıyla analitik model oluşturuldu. Çerçevenin serbest titreşim periyotları hesaplandı. Yapının Birinci serbest titreşim periyodu $T_1=0.41sn$, ikinci serbest titreşim periyodu $T_1=0.16sn$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 1, Şekil 8).

Tablo 1. Analitik inceleme ile elde edilmiş model yapının dinamik karakteristikleri.

Mod	Periyot (sn)	Frekans (devir/sn)	Açısal Frekans rad/sn	Eigenvalue (rad ² /sn ²)
1	0.418623	2.3888E+00	1.5009E+01	2.2528E+02
2	0.160906	6.2148E+00	3.9049E+01	1.5248E+03
3	0.003384	2.9552E+02	1.8568E+03	3.4477E+06
4	0.003382	2.9572E+02	1.8580E+03	3.4523E+06
5	0.003185	3.1401E+02	1.9730E+03	3.8927E+06
6	0.003151	3.1735E+02	1.9940E+03	3.9758E+06
7	0.001304	7.6688E+02	4.8185E+03	2.3218E+07
8	0.001304	7.6694E+02	4.8188E+03	2.3221E+07
9	0.001292	7.7404E+02	4.8634E+03	2.3653E+07



Şekil 8. Titreşim mod şekilleri.

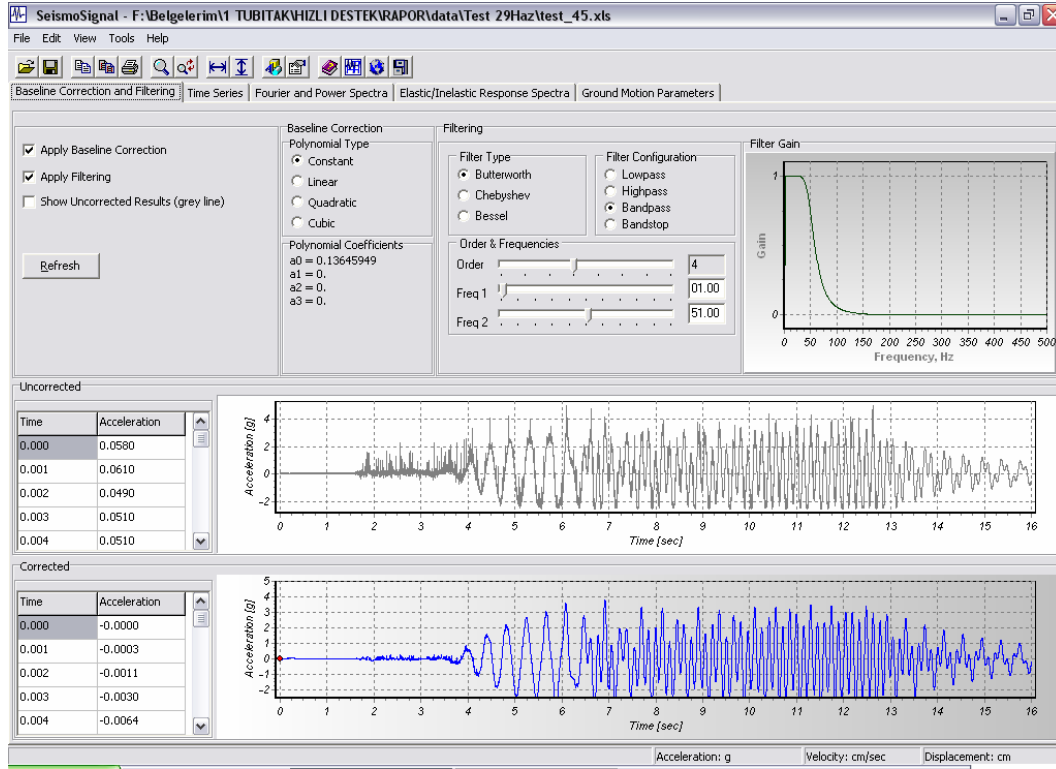
4.5. Deney Sonuçları

Bölüm 4.2’de verilen boyutlarda hazırlanan deney çerçevesi, Hız Kontrol Ünitesinden 20 Hz, 30 Hz ve 45 Hz te yapılan çıkış değerleri ile test edilmiştir. deneyde iki ivme ölçer kullanılmıştır. İvme ölçerlerden birincisi Sarsma Tablası’nın üzerine; ikinci ivmeölçer ise yapı modelinin tepe noktasına yerleştirilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. İvmeölçerlerin konumu.

Deneyden alınan ölçümler, ivmenin zamana bağlı olarak değişimi şeklindedir. Bu ölçümler, elektrik motorunun titreşimi, Sarsma Tablası Platformu'nun titreşimi, ölçümün yapıldığı binanın titreşimi, bilgisayar kasasının titreşimi gibi farklı kaynaklı gürültüler içermektedir. Bu gürültülerin temizlenmesi amacıyla SeismoSignal (2005) programı kullanılarak filtreleme ve temel çizgisi hatası düzeltmeleri yapılmıştır (Şekil 10).



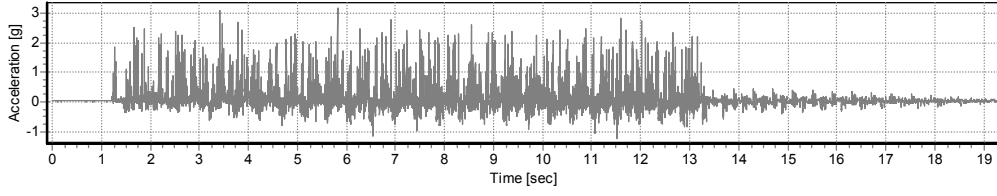
Şekil 10. SeismoSignal programı ile filtreleme.

20 Hz, 30 Hz ve 45 Hz lik Hız Kontrol Ünitesi çıkışları için alınan sonuçlar Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13, Şekil 14, Şekil 15 ve Şekil 16 'da gösterilmektedir.

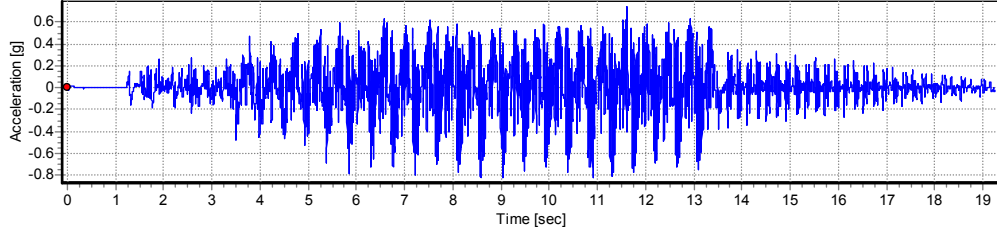
Şekil 11d, Şekil 13d ve Şekil 15d 'de verilen tabla titreşimine ait %5 sönümlü ivme spektrumunun incelenmesinden, her spektrumda genellikle iki pik değer yer aldığı görülmektedir. Burada yüksek frekanslı birinci pik değer Hız Kontrol Ünitesi çıkışının olduğu (1/20; 1/30; 1/45 sn); ikinci pik değer ise yapı birinci mod serbest titreşim periyoduna ($T_1=0.42$ sn) ait olduğu açıkça görülmektedir.

Şekil 12d ve Şekil 14d 'de verilen yapı titreşimine ait %5 sönümlü ivme spektrumunun incelenmesinden ise, büyük genlikli pik ivmenin yapı birinci mod serbest titreşim periyoduna ($T_1=0.42$ sn) ait olduğu, düşük genlikli pik değer ise yapı ikinci mod serbest titreşim periyoduna ($T_1=0.16$ sn) ait olduğu anlaşılmaktadır.

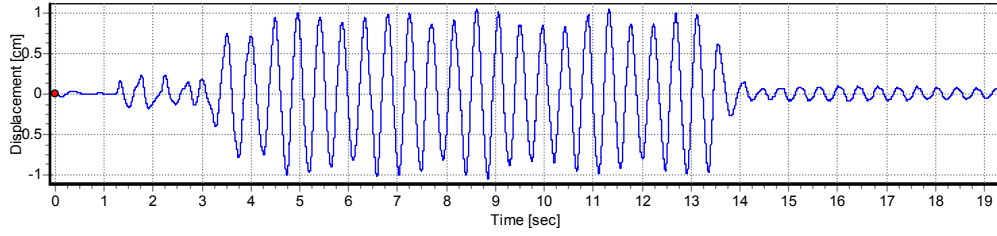
Hız Kontrol Ünitesi çıkışı 45 Hz olan deneyde elde edilen sonuçlarda bir olağandışılık yoktur. Şekil 15 ve Şekil 16 'nın farklı çıkmasının nedeni, Motor Hız Kontrol Ünitesi'nin bir "ramp" fonksiyonu ile motor hızını arttırmasından kaynaklanmaktadır.



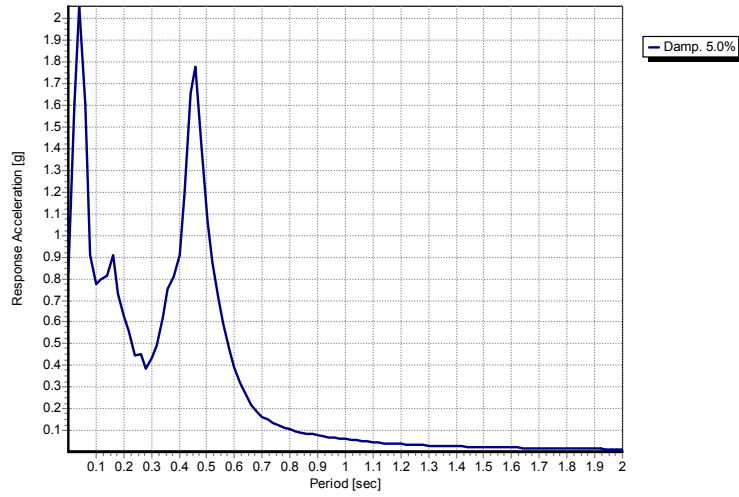
Şekil 11a. 20Hz çıkış frekansında tabla üzerinde kaydedilmiş düzeltilmemiş ivme kaydı.



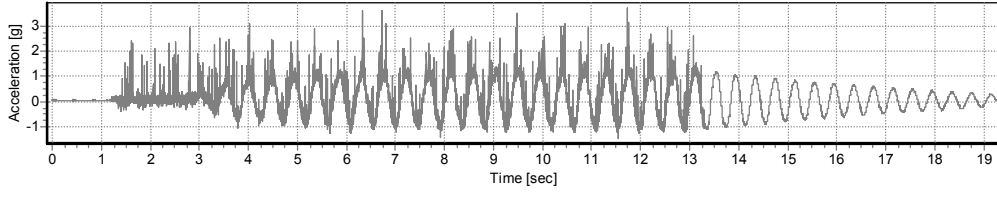
Şekil 11b. 20Hz çıkış frekansında tabla hareketi düzeltilmiş ivme kaydı.



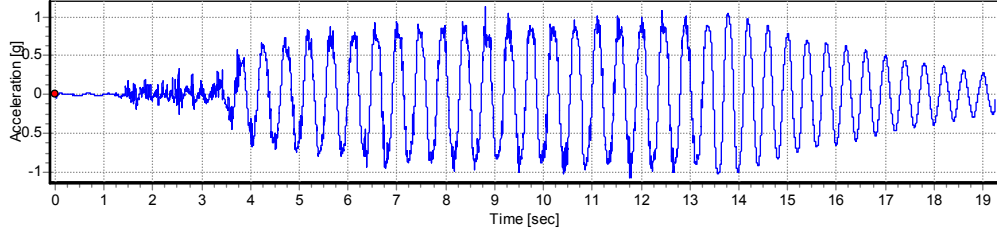
Şekil 11c. 20Hz çıkış frekansında tabla hareketi deplasman kaydı.



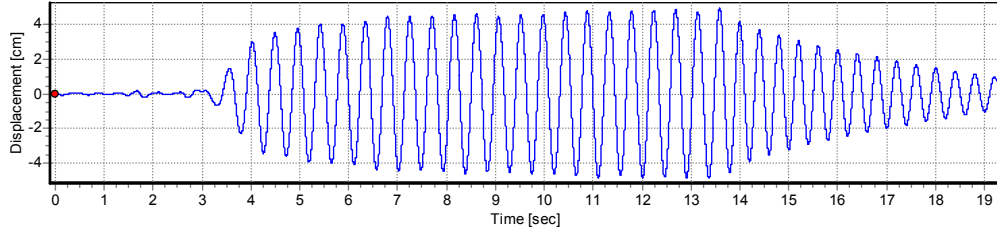
Şekil 11d. 20Hz çıkış frekansında tabla titreşimine ait %5 sönümlü ivme spektrumu.



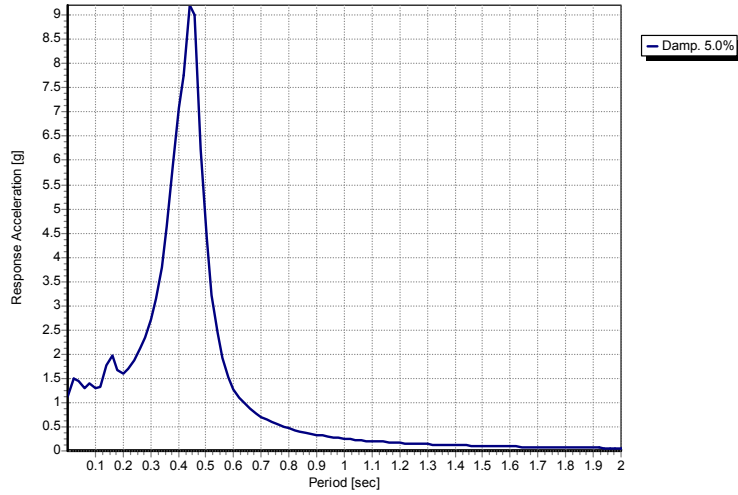
Şekil 12a. 20Hz çıkış frekansında yapı tepesinde kaydedilmiş düzeltilmemiş ivme kaydı.



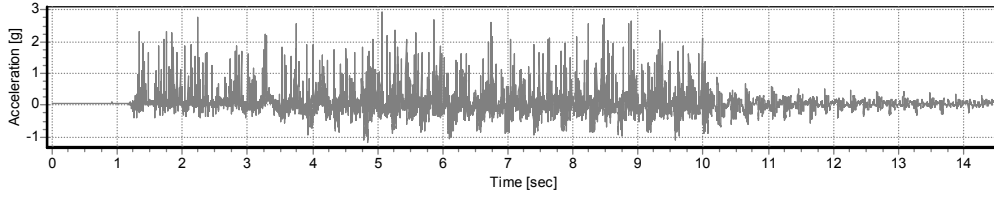
Şekil 12b. 20Hz çıkış frekansında yapı tepesinde düzeltilmiş ivme kaydı.



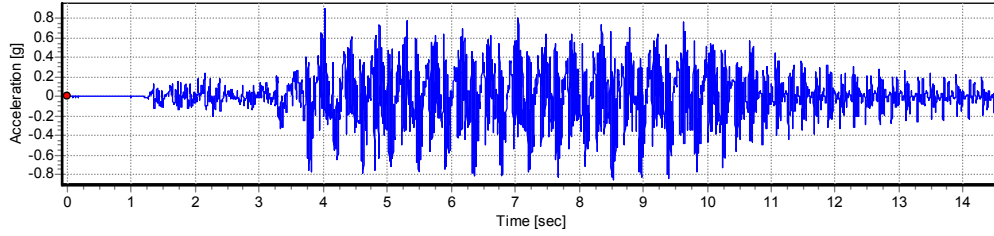
Şekil 12c. 20Hz çıkış frekansında yapı tepesinde deplasman kaydı



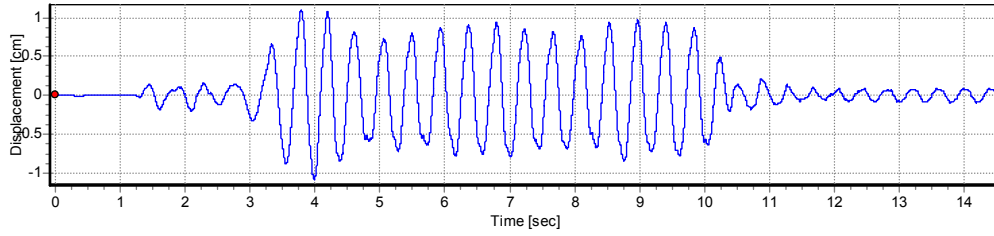
Şekil 12d. 20Hz çıkış frekansında yapı titreşimine ait ivme %5 sönümlü spektrumu



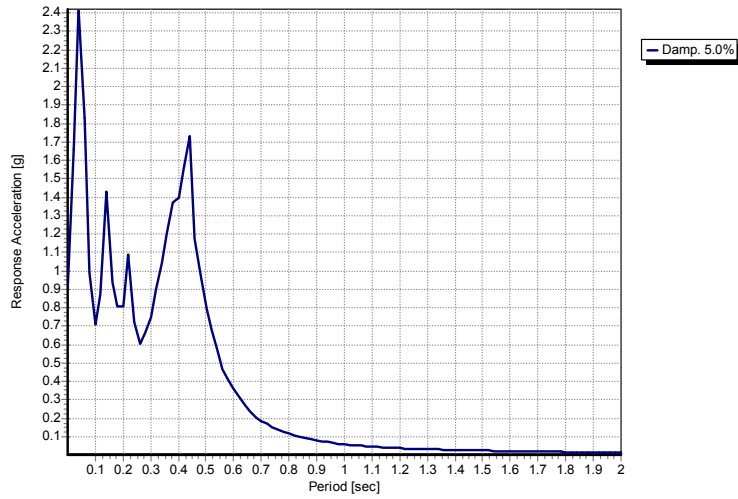
Şekil 13a. 30Hz çıkış frekansında tabla üzerinde kaydedilmiş düzeltilmemiş ivme kaydı.



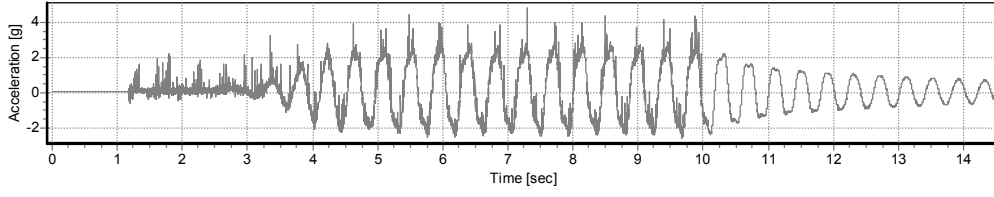
Şekil 13b. 30Hz çıkış frekansında tabla hareketi düzeltilmiş ivme kaydı.



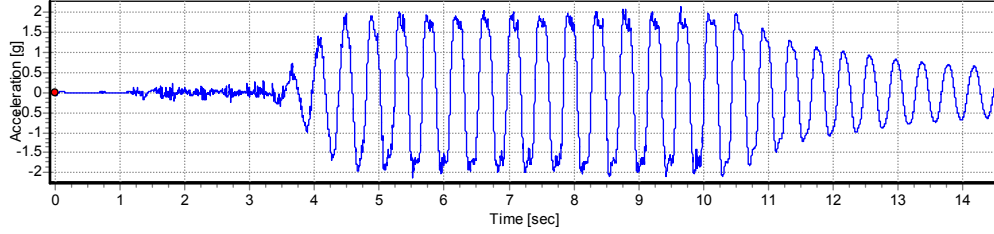
Şekil 13c. 30Hz çıkış frekansında tabla hareketi deplasman kaydı



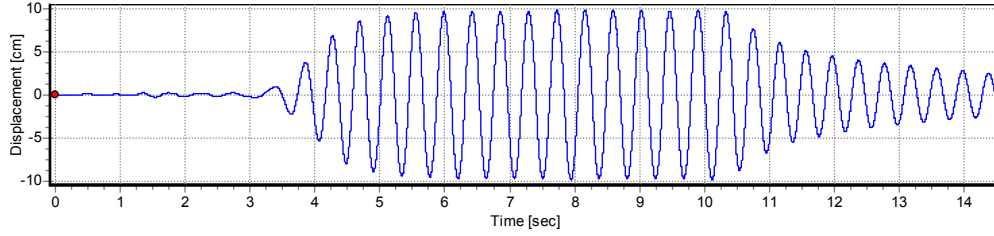
Şekil 13d. 30Hz çıkış frekansında tabla titreşimine ait ivme%5 sönümlü spektrumu



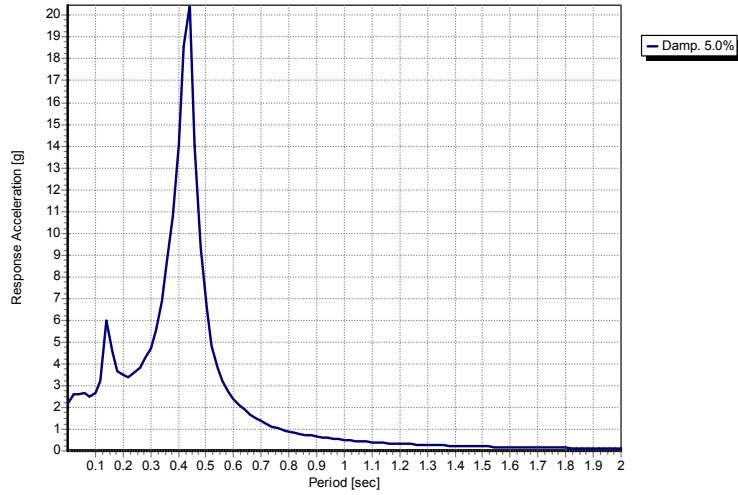
Şekil 14a. 30Hz çıkış frekansında yapı tepesinde kaydedilmiş düzeltilmemiş ivme kaydı.



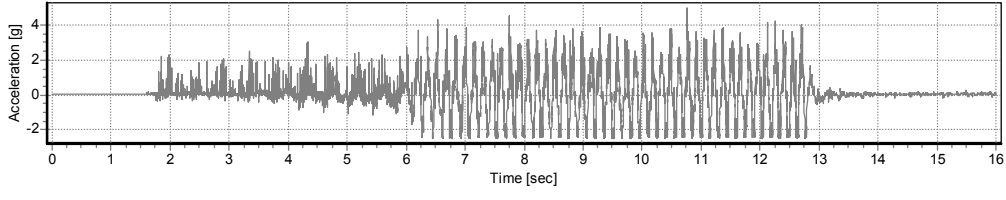
Şekil 14b. 30Hz çıkış frekansında yapı tepesinde düzeltilmiş ivme kaydı.



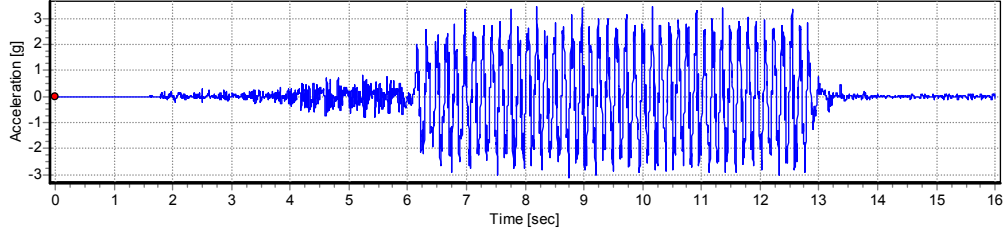
Şekil 14c. 30Hz çıkış frekansında yapı tepesinde deplasman kaydı



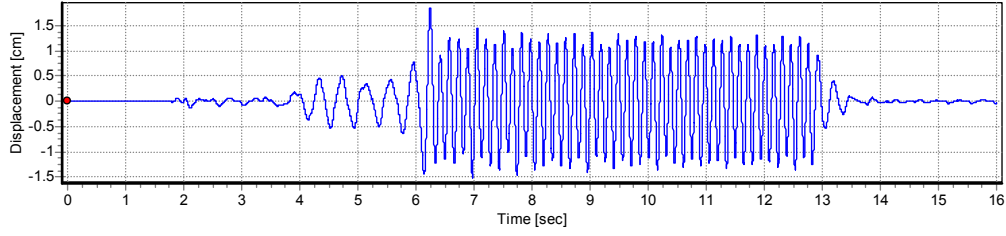
Şekil 14d. 30Hz çıkış frekansında yapı titreşimine ait ivme %5 sönümlü spektrumu



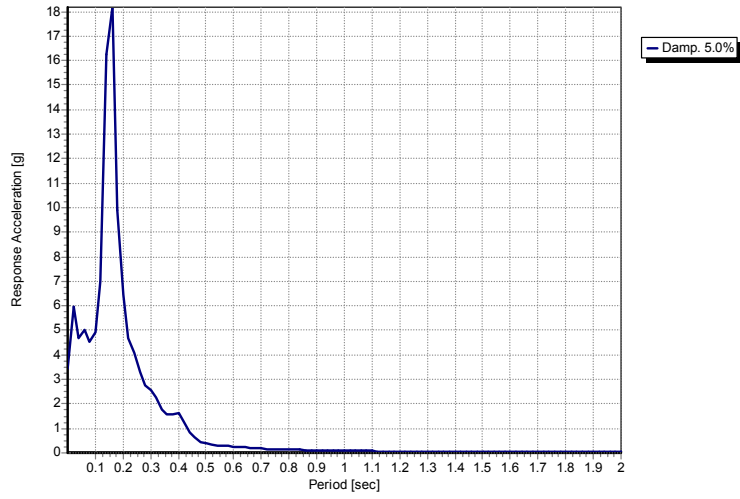
Şekil 15a. 45Hz çıkış frekansında tabla üzerinde kaydedilmiş düzeltilmemiş ivme kaydı.



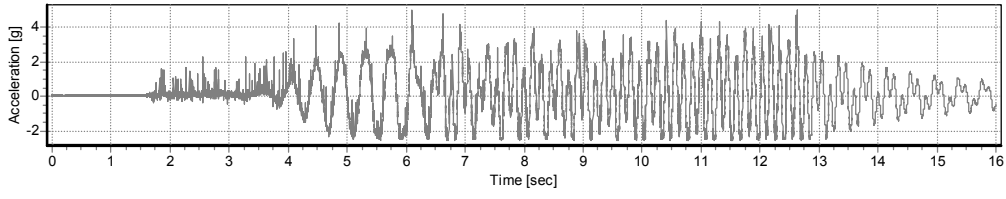
Şekil 15b. 45Hz çıkış frekansında tabla hareketi düzeltilmiş ivme kaydı.



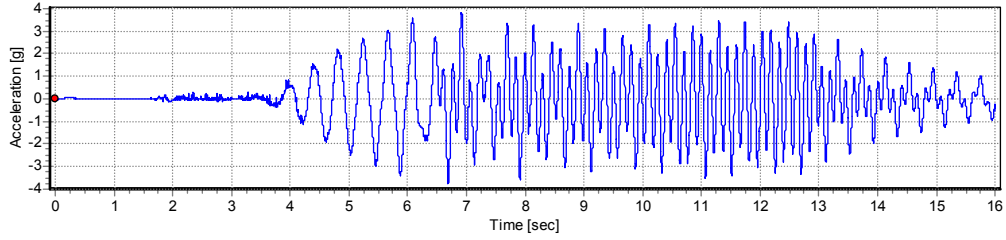
Şekil 15c. 45Hz çıkış frekansında tabla hareketi deplasman kaydı



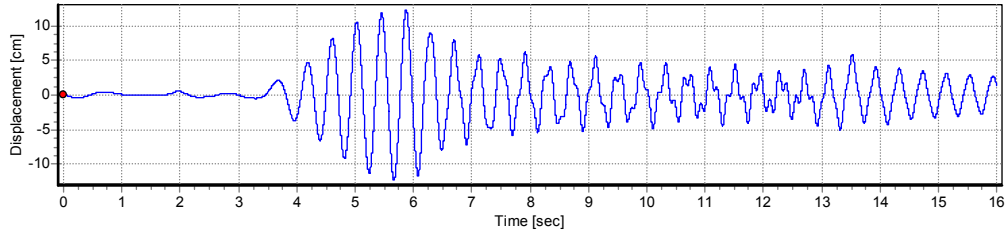
Şekil 15d. 45Hz çıkış frekansında tabla titreşimine ait ivme%5 sönümlü spektrumu



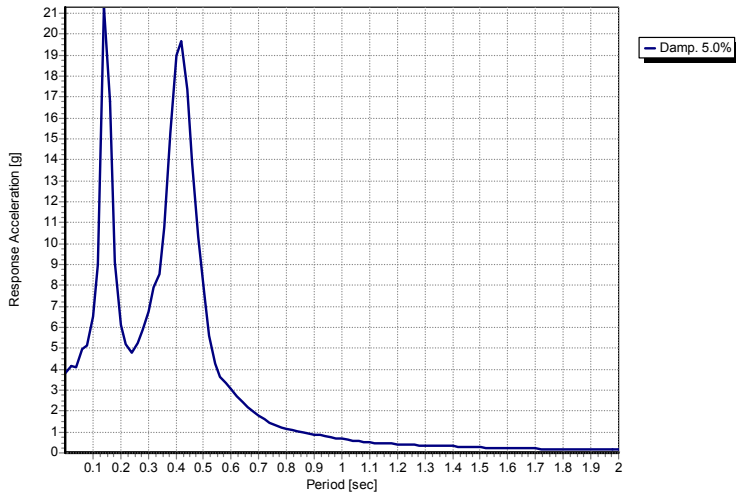
Şekil 16a. 45Hz çıkış frekansında yapı tepesinde kaydedilmiş düzeltilmemiş ivme kaydı.



Şekil 16b. 45Hz çıkış frekansında yapı tepesinde düzeltilmiş ivme kaydı.

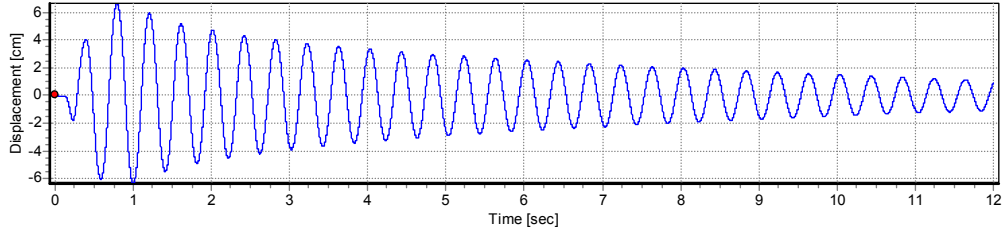


Şekil 16c. 45Hz çıkış frekansında yapı tepesinde deplasman kaydı



Şekil 16d. 45Hz çıkış frekansında yapı titreşimine ait ivme%5 sönümlü spektrumu

4.6. Yapısal Sönümünün Belirlenmesi



Şekil 17. Yapı modelinin serbest titreşimi.

Yapı modelinin sönümü “Logaritmik Azalım” yöntemi ile bulunmuştur (Cheng, 2001). Bu amaçla yapının serbest titreşimi kaydedilmiştir. Serbest titreşimin maksimum genliği 6.49cm iken, 28 devir sonra maksimum genlikte %84.6 azalma olmuştur (Şekil 17).

β logaritmik azalım; ξ yapısal sönüm; e logaritma sabiti; X genlik miktarı olmak üzere:

$$\text{Bir devir için: } e^{\beta} = \frac{X_n}{X_{n+1}};$$

$$28 \text{ devir için: } (e^{\beta})^{28} = \frac{X_1}{X_{28}} = \frac{X_1}{0.15 \cdot X_1} = 6.49$$

$$28 \cdot \beta \cdot \ln(e) = \ln(6.49) \text{ denkleminde,}$$

$\beta=0.066$ olarak elde edilir. Sönüm oranı:

$$\xi = \frac{\beta}{\sqrt{(4 \cdot \pi^2 + \beta^2)}} = 0.01063 = \%1.063 \text{ olarak bulunur.}$$

Yaklaşık metotla yapısal sönümün hesaplanmasında, $\xi = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot j} \cdot \ln\left(\frac{X_i}{X_{i+j}}\right)$ bağıntısı

kullanılabilir. Burada j terimi devir sayısıdır. j=1 için, serbest titreşimin birinci genliği $X_1=6.49$ cm; ikinci genliği, $X_2=5.92$ cm dir.

Bu koşullar altında yapısal sönümün değeri, $\xi=0.0146=\%1.46$ çıkmaktadır.

5.0. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu proje ile Üniversitelerimizin İnşaat Mühendisliği Bölümlerinde, deprem mühendisliği ile ilgili lisans düzeyinde araştırma ve demonstrasyon amaçlı kullanılacak bir sarsma tablası tasarlanmış ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Sistemde tahrik üretimi, AC hız kontrollü 0.33 hp gücünde bir elektrik motoru ile üretilmektedir. Verilerin toplanması için veri toplama ünitesi oluşturulmuştur. Veri toplama ünitesinin denetimi, LabVIEW bilgisayar programı ile kodlanan bir yazılım ile gerçekleştirilmiştir.

İmal edilen sistem, iki katlı, tek açıklıklı çelik malzemeden inşa edilen yapı modeli ile test edilmiştir. Böylece, deney sonuçları ile analitik çözüm sonuçları karşılaştırılmıştır. Tatminkar sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan deneysel çalışmada karşılaşılan en önemli zorluklardan biri, elde edilen titreşim kayıtlarında yer alan gürültünün yok edilmesi idi. Bu sorun SeismoSignal yazılımı ile aşılmıştır.

Bu proje ile, Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne "Deprem Simülatörü" cihazı kazandırılmıştır. Cihazın maliyeti, SAÜ katkısı 2,500YTL ve TÜBİTAK katkısı 10,250YTL olmak üzere toplam 12,750 YTL dir. Benzer teknik özelliklere sahip cihaz için (veri toplama ünitesi ve yazılımlar hariç) 28,000\$ teklif verilmiştir. Veri toplama ünitesi ve gerekli yazılımların maliyeti yaklaşık olarak 5000€ dur.

Bu proje ile ilgili olarak, ileri aşamada, tahrik ünitesinin değiştirilmesi önerilebilir. Bu amaçla 100kN tahrik gücünde, servo kontrollü hidrolik tahrik ünitesini bağlamak uygun olabilir.

Yararlanılan Kaynaklar

CHENG, F.Y., Matrix Analysis of Structural Dynamics. Marcel Dekker, Inc. New York, (2001) pp: 11-12.

SEISMOSOFT SeismoSignal - A Computer Program to process strong-motion data (online). Available from URL: <http://www.seismosoft.com>. (2006)

National Instruments), LabVIEW 8.0. URL: <http://www.ni.com>, (2006)

RANF R. T. and DYKE, S. J., University Consortium of Instructional Shake Tables: Final Report to NSF, NSF-CCLI Program, Grant No. DUE-9950340, Available Online at: <http://cive.seas.wustl.edu/wusceel/ucist/pdf/ucist.report.pdf>, (2001) pp: 1-16.

PENZIEN, J., BOUWKAMP, J.G., R. M., CLOUGH and DIXON REA, "Feasibility Study Large-Scale Earthquake Simulator Facility, EERC Report 67/01, SEPTEMBER 1967, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, (1967) pp: 13-17.

STEPHEN, R. M., BOUWKAMP, J.G., CLOUGH, R.W. and PENZIEN, J., Structural Dynamic Testing Facilities at the University of California Berkeley, EERC Report 69/8, AUGUST 1969, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, (1969) pp: 1-18

KINAY, G. ve TURAN, G., Bir Masüstü Deprem Simülatörünün İmalatı ve Kontrolü, Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu (YOGS), Pamukkale, Denizli, (2006), pp: 80-85.

KUTANIS, M. (2006), Investigation of Novel Nonlinear Static Analysis Procedures, Seventh International Congress on Advances in Civil Engineering, Yıldız Technical University, Istanbul, Turkey, (2006).

EK-1

**ICS 3140-002 MİNYATÜR İVMEÖLÇERLERİN
TEKNİK ÖZELLİKLERİ**

Model 3140



Signal Conditioned Accelerometer
0.5 to 4.5 VDC Output
Integral Temperature Compensation
High Performance

- ▶ Vibration/Shock Testing
- ▶ Geophysical Monitoring
- ▶ Modal Analysis
- ▶ Structural Analysis
- ▶ Elevator Ride Control



DESCRIPTION

The Model 3140 is a high performance accelerometer intended for instrumentation applications. The 3140 provides a fully signal conditioned output with performance similar to traditional instrumentation accelerometers but at a much lower cost.

The accelerometer consists of a silicon micro machined accelerometer with signal conditioning electronics in a lightweight Valox™ housing that can be easily attached to a mounting surface.

The sensing element is a micro machined silicon mass suspended by multiple beams from a silicon frame. Piezoresistors located in the beams change their resistance as the motion of the suspended mass changes the strain in the beams. Silicon caps on the top and bottom of the device are added to provide overrange stops. This design provides for a very low profile, high shock resistance, durability and built-in damping over a wide usable bandwidth.

A lower cost version of the 3140 is available for applications that do not require the temperature performance offered with the 3140. Please refer to the Model 3145 for additional information.

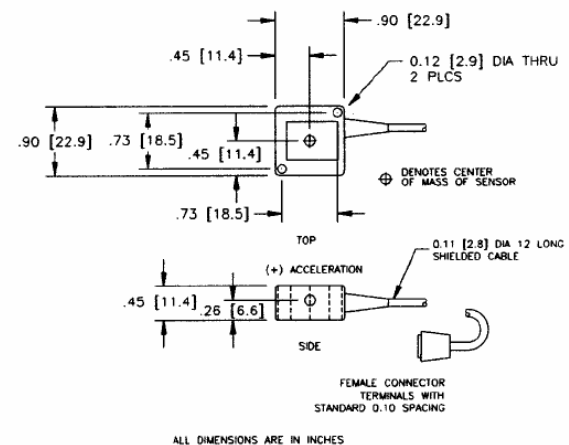
FEATURES

- ▶ Bolt Mount
- ▶ ±0.5% Non-linearity (typical)
- ▶ ±2.0% Temperature Performance
- ▶ DC Response
- ▶ Built-in Damping
- ▶ Built-in Overage Stops
- ▶ Low Power

STANDARD RANGES

Range	g
±2	●
±5	●
±10	●
±20	●
±50	●
±100	●

DIMENSIONS



PERFORMANCE SPECIFICATIONS

Supply Current: 12 VDC
 Ambient Temperature: 25°C (Unless otherwise specified)

PARAMETERS	RANGE					
	±2G	±5G	±10G	±20G	±50G	±100G
Frequency Response (MIN) See notes 2, 8	0-200	0-300	0-400	0-500	0-600	0-1500
Mounted Resonant Frequency (MIN) See note 2	450	600	950	1500	2750	3000
Sensitivity (Nominal)	1 V/g	400mV/g	200mV/g	100mV/g	40mV/g	20mV/g

PARAMETERS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Full Scale Output Span	3.92	4.00	4.08	Volts	1, 2
Zero Acceleration Output	2.46	2.50	2.54	Volts	1, 2
Accuracy		0.5	1.0	±% Span	3
Transverse Sensitivity		1.0	3.0	±% Span	
Temperature Error - Span (-20°C to +85°C)		1.0	2.0	±% Span	2, 4
Temperature Error - Zero (-20°C to +85°C)		1.0	2.0	±% Span	2, 4
Supply Voltage	8.0	12.0	30.0	Volts	
Supply Current		5.0		mA	
Reference Voltage		2.5		Volts	5
Output Resistance		0.1		Ω	
Output Noise		0.5		mV p-p	6
Output Load Resistance	5			kΩ	
Acceleration Limits		20X		Rated	
Operating Temperature	-20°C to +85°C				
Storage Temperature	-40°C to +125°C				
Weight (Including Cable)	13 Grams				

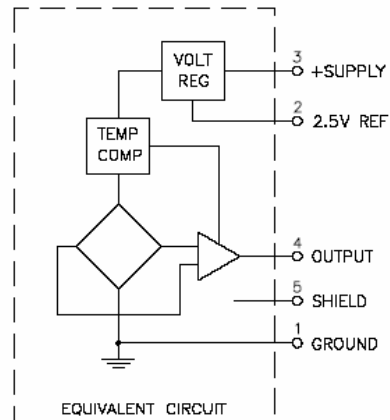
Notes

- The output voltage increases from the Zero Acceleration Output for positive acceleration and decreases for negative acceleration. The sensitivity is then 2V/Range. For example, the ±5g range has a sensitivity of 2V/5g or 400mV/g.
- Actual test data for this parameter is included on the calibration sheet provided with each sensor.
- Includes repeatability, hysteresis, and linearity (best fit straight line).
- Compensated temperature range: -20°C to +85°C in reference to 25°C.
- Pin 2 provides an optional 2.5V reference which may be used, if desired, to provide a stable zero-g reference. Thus, the full scale differential output between Pin 2 and Pin 4 would be ± 2 VDC. If a single ended output signal is preferred (0.5-4.5 VDC), make no connection to Pin 2. To avoid damage to the internal voltage regulator, do not connect Pin 2 to Pin 1 (gnd). Minimum load resistance connected to Pin 2 without affecting output is 100 kΩ.
- 10 Hz to 1 kHz.
- To use an alternate electrical connector; refer to the following color code for proper electrical connections: Pin 1 - Green; Pin 2 - Yellow; Pin 3 - Red; Pin 4 - Blue; Pin 5 - Shield. Note: Removing the connector voids the product warranty.
- The useful frequency range is defined as the range of frequencies over which the device sensitivity is within ±5% of the DC value.

ORDERING INFORMATION



CONNECTIONS



June 2001

EK-2

**POWERDAQ LAB PCI MULTIFUNCTION BOARD'UN
TEKNİK ÖZELLİKLERİ**

PowerDAQ Lab PCI Multifunction Board



Features

- 16 single-ended/16 pseudo-differential or 8 differential A/D channels
- 16-bit; 50 kS/s sampling rate
- Two 12-bit analog outputs; 48 digital I/O lines; three 24-bit counter/timers
- Simultaneous operation of all subsystems
- Wide channel list (patent pending)
- Stream-to-disk capability
- Calibration certificate included

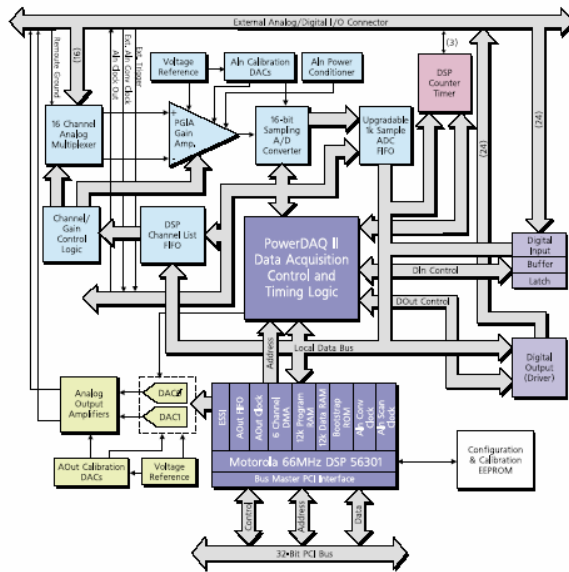
FREE Software Included:

- PowerDAQ Software Suite
- PowerDAQ for Linux/RTLinux
- ProfessorDAQ Lite Excel Add-In
- Drivers for: Windows/Linux, QNX* (optional) LabVIEW, VEE/VEE OneLab, TestPoint, DasyLab, DIAdem, MATLAB/xPC Target

General Description

The data-acquisition community has come to appreciate the power and flexibility of the architecture in the PowerDAQ II family of PCI data-acq cards. They've also come to value the easy programming this architecture affords as well as the extensive support software that accompanies each board. Now UEL is making it even easier for users to take advantage of these features by lowering the entry-level price. This comes with the most recent member of the PCI-bus PowerDAQ family: the PowerDAQ Lab card.

Not only does this latest member drop the price considerably over the previous member with similar functionality, it does so in a short-slot card, making it suited for positioning in chassis slots shortened by peripherals or in laptop PCs with limited slot sizes. Nonetheless, it does not sacrifice on any of the functionality users have come to expect in a PowerDAQ card, because this multifunction card supplies a full complement of analog I/O as well as digital I/O—and all these subsystems can run simultaneously.



PowerDAQ PDL-MF Block Diagram

ANIN0	ANIN0
ANIN1	ANIN1
ANIN2	ANIN2
ANIN3	ANIN3
ANIN4	ANIN4
ANIN5	ANIN5
ANIN6	ANIN6
ANIN7	ANIN7
ANIN8	ANIN8
ANIN9	ANIN9
ANIN10	ANIN10
ANIN11	ANIN11
ANIN12	ANIN12
ANIN13	ANIN13
ANIN14	ANIN14
ANIN15	ANIN15
ANIN16	ANIN16
ANIN17	ANIN17
ANIN18	ANIN18
ANIN19	ANIN19
ANIN20	ANIN20
ANIN21	ANIN21
ANIN22	ANIN22
ANIN23	ANIN23
ANIN24	ANIN24
ANIN25	ANIN25
ANIN26	ANIN26
ANIN27	ANIN27
ANIN28	ANIN28
ANIN29	ANIN29
ANIN30	ANIN30
ANIN31	ANIN31
ANIN32	ANIN32
ANIN33	ANIN33
ANIN34	ANIN34
ANIN35	ANIN35
ANIN36	ANIN36
ANIN37	ANIN37
ANIN38	ANIN38
ANIN39	ANIN39
ANIN40	ANIN40
ANIN41	ANIN41
ANIN42	ANIN42
ANIN43	ANIN43
ANIN44	ANIN44
ANIN45	ANIN45
ANIN46	ANIN46
ANIN47	ANIN47
ANIN48	ANIN48
ANIN49	ANIN49
ANIN50	ANIN50
ANIN51	ANIN51
ANIN52	ANIN52
ANIN53	ANIN53
ANIN54	ANIN54
ANIN55	ANIN55
ANIN56	ANIN56
ANIN57	ANIN57
ANIN58	ANIN58
ANIN59	ANIN59
ANIN60	ANIN60
ANIN61	ANIN61
ANIN62	ANIN62
ANIN63	ANIN63
ANIN64	ANIN64
ANIN65	ANIN65
ANIN66	ANIN66
ANIN67	ANIN67
ANIN68	ANIN68
ANIN69	ANIN69
ANIN70	ANIN70
ANIN71	ANIN71
ANIN72	ANIN72
ANIN73	ANIN73
ANIN74	ANIN74
ANIN75	ANIN75
ANIN76	ANIN76
ANIN77	ANIN77
ANIN78	ANIN78
ANIN79	ANIN79
ANIN80	ANIN80
ANIN81	ANIN81
ANIN82	ANIN82
ANIN83	ANIN83
ANIN84	ANIN84
ANIN85	ANIN85
ANIN86	ANIN86
ANIN87	ANIN87
ANIN88	ANIN88
ANIN89	ANIN89
ANIN90	ANIN90
ANIN91	ANIN91
ANIN92	ANIN92
ANIN93	ANIN93
ANIN94	ANIN94
ANIN95	ANIN95
ANIN96	ANIN96
ANIN97	ANIN97
ANIN98	ANIN98
ANIN99	ANIN99
ANIN100	ANIN100
ANIN101	ANIN101
ANIN102	ANIN102
ANIN103	ANIN103
ANIN104	ANIN104
ANIN105	ANIN105
ANIN106	ANIN106
ANIN107	ANIN107
ANIN108	ANIN108
ANIN109	ANIN109
ANIN110	ANIN110
ANIN111	ANIN111
ANIN112	ANIN112
ANIN113	ANIN113
ANIN114	ANIN114
ANIN115	ANIN115
ANIN116	ANIN116
ANIN117	ANIN117
ANIN118	ANIN118
ANIN119	ANIN119
ANIN120	ANIN120
ANIN121	ANIN121
ANIN122	ANIN122
ANIN123	ANIN123
ANIN124	ANIN124
ANIN125	ANIN125
ANIN126	ANIN126
ANIN127	ANIN127
ANIN128	ANIN128
ANIN129	ANIN129
ANIN130	ANIN130
ANIN131	ANIN131
ANIN132	ANIN132
ANIN133	ANIN133
ANIN134	ANIN134
ANIN135	ANIN135
ANIN136	ANIN136
ANIN137	ANIN137
ANIN138	ANIN138
ANIN139	ANIN139
ANIN140	ANIN140
ANIN141	ANIN141
ANIN142	ANIN142
ANIN143	ANIN143
ANIN144	ANIN144
ANIN145	ANIN145
ANIN146	ANIN146
ANIN147	ANIN147
ANIN148	ANIN148
ANIN149	ANIN149
ANIN150	ANIN150
ANIN151	ANIN151
ANIN152	ANIN152
ANIN153	ANIN153
ANIN154	ANIN154
ANIN155	ANIN155
ANIN156	ANIN156
ANIN157	ANIN157
ANIN158	ANIN158
ANIN159	ANIN159
ANIN160	ANIN160
ANIN161	ANIN161
ANIN162	ANIN162
ANIN163	ANIN163
ANIN164	ANIN164
ANIN165	ANIN165
ANIN166	ANIN166
ANIN167	ANIN167
ANIN168	ANIN168
ANIN169	ANIN169
ANIN170	ANIN170
ANIN171	ANIN171
ANIN172	ANIN172
ANIN173	ANIN173
ANIN174	ANIN174
ANIN175	ANIN175
ANIN176	ANIN176
ANIN177	ANIN177
ANIN178	ANIN178
ANIN179	ANIN179
ANIN180	ANIN180
ANIN181	ANIN181
ANIN182	ANIN182
ANIN183	ANIN183
ANIN184	ANIN184
ANIN185	ANIN185
ANIN186	ANIN186
ANIN187	ANIN187
ANIN188	ANIN188
ANIN189	ANIN189
ANIN190	ANIN190
ANIN191	ANIN191
ANIN192	ANIN192
ANIN193	ANIN193
ANIN194	ANIN194
ANIN195	ANIN195
ANIN196	ANIN196
ANIN197	ANIN197
ANIN198	ANIN198
ANIN199	ANIN199
ANIN200	ANIN200
ANIN201	ANIN201
ANIN202	ANIN202
ANIN203	ANIN203
ANIN204	ANIN204
ANIN205	ANIN205
ANIN206	ANIN206
ANIN207	ANIN207
ANIN208	ANIN208
ANIN209	ANIN209
ANIN210	ANIN210
ANIN211	ANIN211
ANIN212	ANIN212
ANIN213	ANIN213
ANIN214	ANIN214
ANIN215	ANIN215
ANIN216	ANIN216
ANIN217	ANIN217
ANIN218	ANIN218
ANIN219	ANIN219
ANIN220	ANIN220
ANIN221	ANIN221
ANIN222	ANIN222
ANIN223	ANIN223
ANIN224	ANIN224
ANIN225	ANIN225
ANIN226	ANIN226
ANIN227	ANIN227
ANIN228	ANIN228
ANIN229	ANIN229
ANIN230	ANIN230
ANIN231	ANIN231
ANIN232	ANIN232
ANIN233	ANIN233
ANIN234	ANIN234
ANIN235	ANIN235
ANIN236	ANIN236
ANIN237	ANIN237
ANIN238	ANIN238
ANIN239	ANIN239
ANIN240	ANIN240
ANIN241	ANIN241
ANIN242	ANIN242
ANIN243	ANIN243
ANIN244	ANIN244
ANIN245	ANIN245
ANIN246	ANIN246
ANIN247	ANIN247
ANIN248	ANIN248
ANIN249	ANIN249
ANIN250	ANIN250
ANIN251	ANIN251
ANIN252	ANIN252
ANIN253	ANIN253
ANIN254	ANIN254
ANIN255	ANIN255
ANIN256	ANIN256
ANIN257	ANIN257
ANIN258	ANIN258
ANIN259	ANIN259
ANIN260	ANIN260
ANIN261	ANIN261
ANIN262	ANIN262
ANIN263	ANIN263
ANIN264	ANIN264
ANIN265	ANIN265
ANIN266	ANIN266
ANIN267	ANIN267
ANIN268	ANIN268
ANIN269	ANIN269
ANIN270	ANIN270
ANIN271	ANIN271
ANIN272	ANIN272
ANIN273	ANIN273
ANIN274	ANIN274
ANIN275	ANIN275
ANIN276	ANIN276
ANIN277	ANIN277
ANIN278	ANIN278
ANIN279	ANIN279
ANIN280	ANIN280
ANIN281	ANIN281
ANIN282	ANIN282
ANIN283	ANIN283
ANIN284	ANIN284
ANIN285	ANIN285
ANIN286	ANIN286
ANIN287	ANIN287
ANIN288	ANIN288
ANIN289	ANIN289
ANIN290	ANIN290
ANIN291	ANIN291
ANIN292	ANIN292
ANIN293	ANIN293
ANIN294	ANIN294
ANIN295	ANIN295
ANIN296	ANIN296
ANIN297	ANIN297
ANIN298	ANIN298
ANIN299	ANIN299
ANIN300	ANIN300
ANIN301	ANIN301
ANIN302	ANIN302
ANIN303	ANIN303
ANIN304	ANIN304
ANIN305	ANIN305
ANIN306	ANIN306
ANIN307	ANIN307
ANIN308	ANIN308
ANIN309	ANIN309
ANIN310	ANIN310
ANIN311	ANIN311
ANIN312	ANIN312
ANIN313	ANIN313
ANIN314	ANIN314
ANIN315	ANIN315
ANIN316	ANIN316
ANIN317	ANIN317
ANIN318	ANIN318
ANIN319	ANIN319
ANIN320	ANIN320
ANIN321	ANIN321
ANIN322	ANIN322
ANIN323	ANIN323
ANIN324	ANIN324
ANIN325	ANIN325
ANIN326	ANIN326
ANIN327	ANIN327
ANIN328	ANIN328
ANIN329	ANIN329
ANIN330	ANIN330
ANIN331	ANIN331
ANIN332	ANIN332
ANIN333	ANIN333
ANIN334	ANIN334
ANIN335	ANIN335
ANIN336	ANIN336
ANIN337	ANIN337
ANIN338	ANIN338
ANIN339	ANIN339
ANIN340	ANIN340
ANIN341	ANIN341
ANIN342	ANIN342
ANIN343	ANIN343
ANIN344	ANIN344
ANIN345	ANIN345
ANIN346	ANIN346
ANIN347	ANIN347
ANIN348	ANIN348
ANIN349	ANIN349
ANIN350	ANIN350
ANIN351	ANIN351
ANIN352	ANIN352
ANIN353	ANIN353
ANIN354	ANIN354
ANIN355	ANIN355
ANIN356	ANIN356
ANIN357	ANIN357
ANIN358	ANIN358
ANIN359	ANIN359
ANIN360	ANIN360
ANIN361	ANIN361
ANIN362	ANIN362
ANIN363	ANIN363
ANIN364	ANIN364
ANIN365	ANIN365
ANIN366	ANIN366
ANIN367	ANIN367
ANIN368	ANIN368
ANIN369	ANIN369
ANIN370	ANIN370
ANIN371	ANIN371
ANIN372	ANIN372
ANIN373	ANIN373
ANIN374	ANIN374
ANIN375	ANIN375
ANIN376	ANIN376
ANIN377	ANIN377
ANIN378	ANIN378
ANIN379	ANIN379
ANIN380	ANIN380
ANIN381	ANIN381
ANIN382	ANIN382
ANIN383	ANIN383
ANIN384	ANIN384
ANIN385	ANIN385
ANIN386	ANIN386
ANIN387	ANIN387
ANIN388	ANIN388
ANIN389	ANIN389
ANIN390	ANIN390
ANIN391	ANIN391
ANIN392	ANIN392
ANIN393	ANIN393
ANIN394	ANIN394
ANIN395	ANIN395
ANIN396	ANIN396
ANIN397	ANIN397
ANIN398	ANIN398
ANIN399	ANIN399
ANIN400	ANIN400
ANIN401	ANIN401
ANIN402	ANIN402
ANIN403	ANIN403
ANIN404	ANIN404
ANIN405	ANIN405
ANIN406	ANIN406
ANIN407	ANIN407
ANIN408	ANIN408
ANIN409	ANIN409
ANIN410	ANIN410
ANIN411	ANIN411
ANIN412	ANIN412
ANIN413	ANIN413
ANIN414	ANIN414
ANIN415	ANIN415
ANIN416	ANIN416
ANIN417	ANIN417
ANIN418	ANIN418
ANIN419	ANIN419
ANIN420	ANIN420
ANIN421	ANIN421
ANIN422	ANIN422
ANIN423	ANIN423
ANIN424	ANIN424
ANIN425	ANIN425
ANIN426	ANIN426
ANIN427	ANIN427
ANIN428	ANIN428
ANIN429	ANIN429
ANIN430	ANIN430
ANIN431	ANIN431
ANIN432	ANIN432
ANIN433	ANIN433
ANIN434	ANIN434
ANIN435	ANIN435
ANIN436	ANIN436
ANIN437	ANIN437
ANIN438	ANIN438
ANIN439	ANIN439
ANIN440	ANIN440
ANIN441	ANIN441
ANIN442	ANIN442
ANIN443	ANIN443
ANIN444	ANIN444
ANIN445	ANIN445
ANIN446	ANIN446
ANIN447	ANIN447
ANIN448	ANIN448
ANIN449	ANIN449
ANIN450	ANIN450
ANIN451	ANIN451
ANIN452	ANIN452
ANIN453	ANIN453
ANIN454	ANIN454
ANIN455	ANIN455
ANIN456	ANIN456
ANIN457	ANIN457
ANIN458	ANIN458

PowerDAQ Lab PCI Multifunction Board

Technical Specifications

Analog Inputs

Parameter	Value
Resolution	16 bits
Number of Channels	
Single-Ended	16
Pseudo-Differential	16
Differential	8
Maximum Sampling Rate (single or multiple channel)	50 kS/s
Onboard FIFO Size (upgradeable to 32k)	1k samples 64k samples with SRAM option
Channel-Gain List	64 entries
Input Ranges	0–10V ±5V, ±10V (software selectable)
Programmable Gains	1, 2, 5, 10
Drift	
Zero	±30 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
Gain	±30 ppm/ $^{\circ}\text{C}$
Input Impedance	10 M Ω
Input Bias Current	±20 nA
Input Overvoltage	±35V cont. 10 mA max
A/D Conversion Time	2.7 μs
A/D Settling Time	20 μs
DC Accuracy	
Nonlinearity	±1 LSB
System Noise	1.2 LSB
AC Accuracy	
Effective Number of Bits	14.8
Total Harmonic Distortion+Nonlinearity+Noise	91 dB
Channel Crosstalk	-80 dB @ 1 kS/s
Clocking and Trigger Input	
Maximum A/D Pacer Clock Aggregate Throughput @ 0.01% Accuracy	50 kS/s
External A/D Sample Clock	
Maximum Frequency	50 kHz
Minimum Pulse Width	20 ns
External Digital (TTL) Trigger	
High-level Input Voltage	2.0V min
Low-level Input Voltage	0.8V min
Minimum Pulse Width	20 ns
Analog Trigger	2 channels-level and edge

Analog Outputs

Parameter	Value
Number of Channels	2
Resolution	12 bits
Update Rate	100 kS/s each
Onboard FIFO Size	2k samples
Analog Output Range	±10V
Current Output	±20 mA max
Output Impedance	0.3 Ω typ
Capacitive Drive Capability	1000 pF
Nonlinearity	±1 LSB
Protection	Short circuit to analog ground
Power-on Voltage	0V ±10 mV
Setting Time to 0.01% of FSR	10 μs , 20V step 1 μs , 100 mV step
Slew Rate	30 V/ μs

Digital I/O

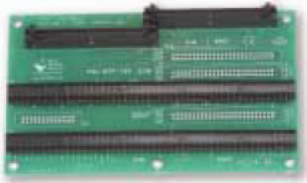
Parameter	Value
Input Bits	24
Output Bits	24
High-level Input Voltage	2.0V min
Low-level Input Voltage	0.8V max
High-level Input Current	20 μA
Low-level Input Current	-20 μA
Output Driver High Voltage	2.5V min, 3.0V typ (I_{OH} = -32 mA)
Output Driver Low Voltage	0.55V max (I_{OL} = 64 mA)
Current Sink	-32/64 mA max, lines 8-16 -24/24 mA max, lines 0-7 250 mA per port

Counter/Timer

Parameter	Value
Number of Channels	3
Resolution	24 bits
Maximum Frequency	16.5 MS/s for external clock and 33 MS/s for internal DSP clock
Minimum Frequency	0.00002 Hz for internal clock, no low limits for external clock
Minimum Pulse Width	20 ns
Output High Level	2.0V min @ -4 mA
Output Low Level	0.5V max @ 4 mA
Protection	7 kV ESD, ±30V overshoot/undershoot
Input Low Voltage	0.0–0.8V
Input High Voltage	2.0–5.0V

PowerDAQ Lab PCI Multifunction Board

Accessories for PDL-MF Board



PDL-STP

PDL-MF Screw-Terminal Panel

The PDL-STP is a 16-channel screw-terminal panel with two 50-way header for direct connection to 50-way cables. The PDL-STP includes metal standoffs for use on a desktop or for mounting on a custom panel.

Technical Specifications

Part #	Analog Inputs	Analog Outputs	Digital I/O Lines	Counter/Timers	Digital Trigger	A/D Clock Input	A/D Clock Output	Channel-List Clock Input	19" Rack Mount	Dimensions
PDL-STP	up to 16 SE/8 DI	2	48	3	1	1	1	1	Yes	5.3 x 2.8" (134 x 71 mm)



PDL-CBL-100

PDL-CBL-100 Cable

Ribbon cable that connects to a 100-way connector on PDL-MF board and is terminated with two 50-way IDC connectors

PDL-CBL-100 18"

Ordering Information

PDL-MF50 kS/s 16-bit, 16SE/16PDI or 8DI; gains: 1, 2, 5, 10; 2 D/As; 3 counter/timers; 48 digital I/O
Accessories	
PDL-STP16-channel screw terminal panel
PDL-CBL-100Dual 50-way ribbon cable, 18"
PDL-64MEM64k samples A/D and D/A memory upgrade
PDL-MF-CONNConnector for direct connecting to PDL-MF board

United Electronic Industries, Inc.
Tel: (781) 821-2890

38

www.PowerDAQ.com
Fax: (781) 821-2891

EK-3

LABVIEW QUICK REFERENCE



Welcome to LabVIEW — graphical programming for data acquisition, instrument I/O, measurement analysis, and visualization. This card provides information about getting started with LabVIEW quickly.

Installing LabVIEW

- Complete the following steps to install LabVIEW.
1. Run the setup program on the CD.
 2. Be sure to register online on www.ni.com/register. You also can fill out the LabVIEW **Product Registration Card** and return it to National Instruments. Registering qualifies you for support, upgrades, and other important product information.
 3. If you are new to LabVIEW, complete the **LabVIEW Tutorial** by starting LabVIEW and clicking the **LabVIEW Tutorial** button.



Read and complete the exercises in the **Getting Started with LabVIEW** manual. For data acquisition or instrument I/O examples, click the **DAQ Solutions** button. The **DAQ Solutions** button is available on Windows and Macintosh only. For other examples, click the **Search Examples** button.

Where to Go Next

While you are in LabVIEW, select **Help»Show Context Help** to display the **Context Help** window. Select **Help»Contents and Index** to display the *LabVIEW Help*. Refer to the following manuals for additional LabVIEW information:

- Data Acquisition.....*LabVIEW Measurements Manual*
- Instrument Control.....*LabVIEW Measurements Manual*
- LabVIEW programming.....*LabVIEW Help* or *LabVIEW User Manual*

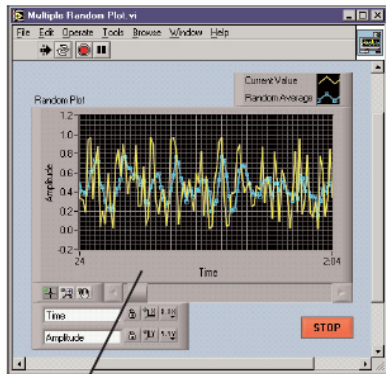
Refer to www.ni.com/library for LabVIEW books and other resources.

© Copyright 1997, 2000 National Instruments Corporation. All rights reserved. Product and company names listed are trademarks or trade names of their respective companies.

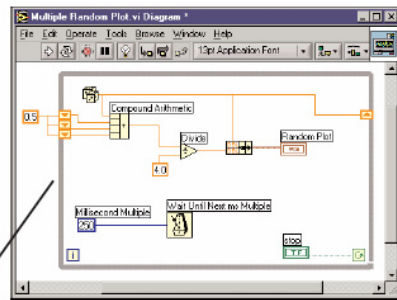




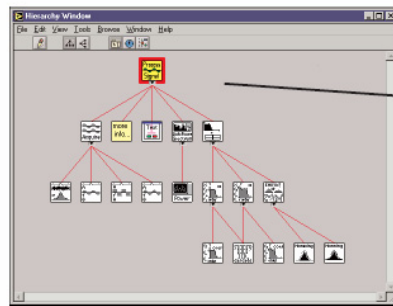
LabVIEW Environment



The front panel contains controls that supply data to the block diagram of the VI. Indicators display data the block diagram acquires or generates.



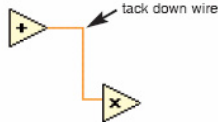
The block diagram is the source code for the VI. You build the block diagram by wiring together objects that send or receive data, perform specific tasks, and control the flow of execution.



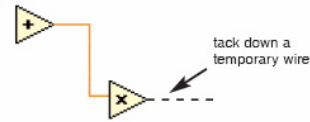
The VI Hierarchy window displays a graphical representation of the calling hierarchy for all VIs in memory. Select **Browse»Show VI Hierarchy** to display the VI hierarchy.

Wiring Techniques

1 Click to tack down a wire



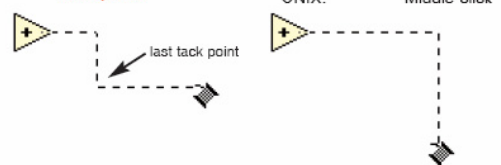
2 Double-click to tack down a temporary wire



3 Use space bar to change direction of wire

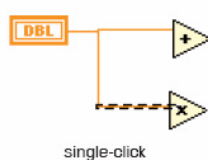


4 Remove last tack point



Windows: Ctrl-left-click
Macintosh: Option-click
UNIX: Middle-click

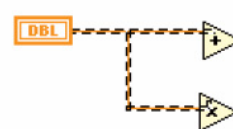
5 Highlight wire segments



single-click



double-click



triple-click

Functions, Controls, & Tools Palettes

Functions

- Numeric
- Structures
- Boolean
- Array
- String
- Cluster
- Time & Dialog
- Comparison
- File I/O
- Waveform
- Data Acquisition
- Analyze
- Motion & Vision
- Instrument I/O
- Mathematics
- Application Control
- Communication
- Graphics & Sound
- Report Generation
- Tutorial
- Advanced
- Select a VI...
- User Libraries

Controls

- Boolean
- Numeric
- String & Path
- List & Table
- Array & Cluster
- Graph
- I/O
- Ring & Enum
- Refnum
- Classic Controls
- Dialog Controls
- Active X
- Select a Control
- Decorations
- User Controls












- Operating Tool**—Changes the value of a control or selects the text within a control.
- Positioning Tool**—Positions, resizes, and selects objects.
- Labeling Tool**—Edits text and creates free labels.
- Wiring Tool**—Wires objects together on the block diagram and connects control to connector pane.
- Object Shortcut Menu Tool**—Opens the shortcut menu of an object.
- Scroll Tool**—Scrolls the window without using the scroll bars.
- Breakpoint Tool**—Sets breakpoints on VIs, functions, wires, loops, sequences, and cases.
- Probe Tool**—Creates probes on wires.
- Color Copy Tool**—Copies colors for pasting with the Color Tool.
- Color Tool**—Sets the foreground and background colors.


VI Navigation

Description	Technique
1. Find terminals, local variables, references, invoke nodes, and property nodes on the block diagram associated with a front panel control	Right-click the control on the front panel and select Find from the shortcut menu to locate the terminal, local variable, reference, invoke node, or property node on the block diagram.
2. Find text and objects in memory	Select Edit»Find or: Windows: Ctrl-f Macintosh: Command-f UNIX: meta-f
3. Find a VI, global variable, or type definition in the VI hierarchy	Select Browse»Show VI Hierarchy then select Edit»Find or type object name
4. Open subVI front panel	Double-click subVI
5. Open subVI block diagram	Double-click subVI while pressing: Windows: Ctrl Macintosh: Option UNIX: meta

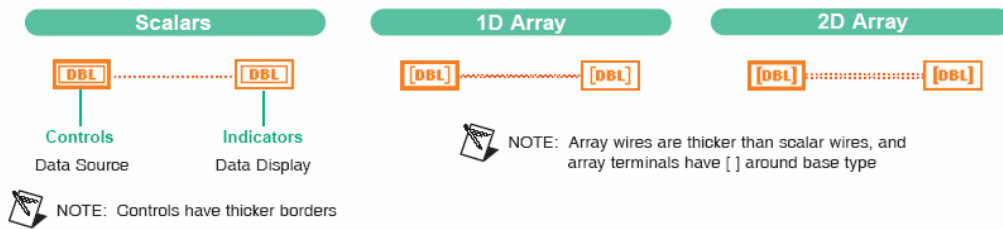
Debugging Techniques

Technique	Icon	Description	Shortcut Keys
Probe Tool		Displays intermediate values on a wire in a running VI.	
			
Breakpoint Tool		Specifies node you pause on during execution.	
Execution Highlighting		Animates the movement of data on the block diagram using bubbles that move along the wires.	
Pause		Temporarily stops execution to debug a portion of VI.	
Step Into		Single-steps into a subVI or structure to debug it.	Windows: Ctrl-↓ Macintosh: Command-↓ Sun: Meta-↓ HP-UX: Alt-↓
Step Over		Executes a subVI or structure and resumes single-stepping in next main function.	Windows: Ctrl-⇨ Macintosh: Command-⇨ Sun: Meta-⇨ Windows: Alt-⇨
Step Out		Executes a subVI or structure and resumes single-stepping in calling VI or structure.	Windows: Ctrl-↑ Macintosh: Command-↑ Sun: Meta-↑ Windows: Alt-↑
Call Chain		Lists the chain of callers from the top-level VI down to the opened subVI. When you choose a VI from the ring control, the block diagram of the VI opens. The ring control is in the toolbar when the subVI executing or running is in Execution Highlighting on single-step mode. If a subVI has multiple instances, you can observe which instance is executing.	

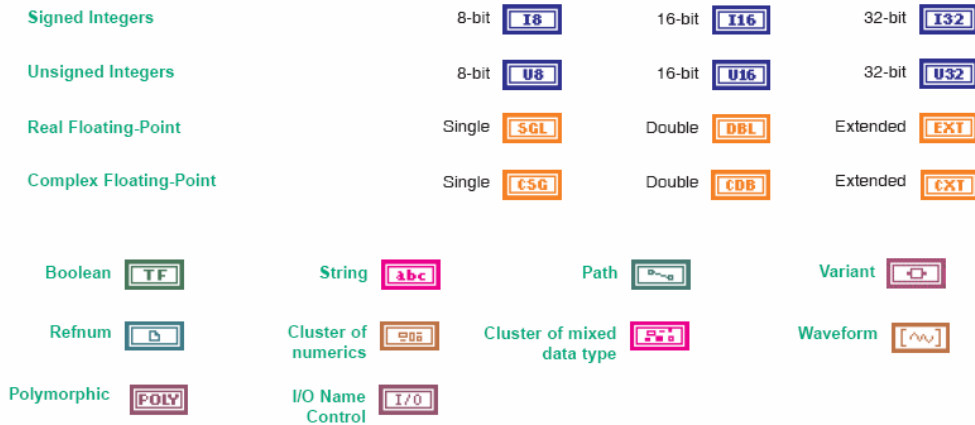
Block Diagram Navigation

Description	Technique
1. Create subVI from selected block diagram objects.	Select block diagram objects and select Edit»Create SubVI.
2. Create constant, control, or indicator on block diagram	Right-click terminal and select Create»Constant, Control, or Indicator from the shortcut menu.
Create a constant on the block diagram Create a control on the front panel	Drag front panel control to block diagram. Drag block diagram constant to front panel.
3. List errors	Right-click broken wire and select List Errors from shortcut menu -or- click the Run arrow that appears broken. 
4. Delete broken wires	Windows: Ctrl-b Macintosh: Command-b Sun: Meta-b UNIX: Meta-b HP-UX: Alt-b -or- select Edit»Remove Broken Wires.

Wire Types



Terminal Data Types wire styles and colors are unique for each data type



NOTE: The Polymorphic Terminal Data Type represents a terminal to which multiple data types can be input or output.

Keyboard Shortcuts

File

Ctrl-N	New VI (skips New dialog box)
Ctrl-O	Opens file
Ctrl-W	Closes file
Ctrl-S	Saves VI
Ctrl-P	Prints
Ctrl-I	Displays VI properties
Ctrl-Q	Quits LabVIEW

Edit

Ctrl-V	Pastes object
Ctrl-Shift-F	Displays search results
Ctrl-B	Removes broken wires
Ctrl-C	Copies an object
Ctrl-D	Allows you to redraw (VI Hierarchy window only)
Ctrl-F	Finds a terminal, local variable, reference, invoke node or property node
Ctrl-X	Cuts object
Ctrl-Z	Allows you to undo last action
Ctrl-Shift-Z	Allows you to redo last action

Operate

Ctrl-R	Runs VI
Ctrl-M	Changes to run/edit mode
Ctrl-.	Aborts VI

Tools

Ctrl-Y	Adds to VI Revision History
--------	-----------------------------

Window

Ctrl-E	Displays block diagram/front panel
Ctrl-L	Displays error list
Ctrl-T	Tiles the block diagram and front panel windows
Ctrl-/	Adjusts window to full size

Help

Ctrl-H	Displays context help
Ctrl-?	Displays help contents and index
Ctrl-Shift-L	Looks context help

Font

Ctrl-0	Displays Font dialog box
Ctrl-1	Changes Application font
Ctrl-2	Changes System font
Ctrl-3	Changes Dialog font
Ctrl-4	Changes Current font

Other Shortcuts

Ctrl-A	Adds a comment (VI Revision History window only) Shows all VIs (VI Hierarchy window only) Performs last alignment
--------	---

LabVIEW Web Resources

Support

- www.ni.com/support
- KnowledgeBase – searchable database of tips, common questions, and more
 - Troubleshooting Wizards
 - Application notes and white papers
 - Wishlist (online suggestions)

Training

- www.ni.com/custed
- Course schedules, descriptions, and registration information
 - Self-paced training information

Consulting

- (Alliance Program Members)
www.ni.com/alliance

Instrument Drivers

- www.zone.ni.com/idnet

Additional LabVIEW-Related Sites

- www.vimarket.com
www.ltrpub.com

Developer Resources

- zone.ni.com
- Resource Library – example programs, technical presentations, and tutorials
 - Developer Exchange
 - Product Advisor
 - Measurement Glossary

PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Kodu: MAG-HD-11(105M082)

Proje Başlığı:

DEPREM SİMÜLATÖRÜ TASARIMI VE YAPIMI

Proje Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar:

Y.DOÇ.DR. MUSTAFA KUTANİS

Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü,
Esentepe Kampüsü, 54187-Adapazarı-Sakarya

Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:

TÜBİTAK- MAG, Atatürk Bulvarı 221 06100-Kavaklıdere/ANKARA

Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01.10.2005-01.05.2006

Öz

Bu projenin amacı, tek eksenli sinüzoidal deprem simülatörünün tasarımını ve imalatını gerçekleştirmektir. Tasarlanan Sarsma tablasının tahrik ünitesi, mikroprosesör kontrollü, değişken hızlı, trifaz AC elektrik motorundan oluşmaktadır. Sarsma tablası 30 kg kapasitelidir. Sistem, 1-200 Hz frekans aralığında çıkış sağlayan motor, veri toplama toplama ünitesi (PCI DAQ board, konnektör, akseleratörler) ve bir bilgisayardan oluşmaktadır. Veri toplama ünitesi, LabVIEW yazılımı ile kontrol edilmektedir.

Deprem simülatörü veya sarsma tablası, deprem mühendisliği eğitiminin bir parçasıdır. Geleceğin inşaat mühendislerine, yapı dinamiği ve deprem mühendisliği ile ilgili bir takım kavramların öğretilmesinde, sarsma tablası deneyleri çok etkili bir araçtır. Bu proje ile, Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği öğrencileri bu imkana kavuşmuşlardır.

Anahtar Kelimeler: Deprem Simülatörü, Sinüzoidal Sarsma Tablası

Projeden Kaynaklanan Yayınlar: Kutanis, M. "Eğitim Amaçlı Bir Deprem Simülatörünün Tasarımı" 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim, 2007, İTÜ, Maslak İstanbul.

Bilim Dalı: İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Doçentlik B. Dalı Kodu: 911