

İTÜ
DERS KATALOG FORMU
(COURSE CATALOGUE FORM)

Dersin Adı				Course Name		
Elektrik Makinalarında Aşırı Zorlanmalar				Overstresses in Electrical Machines		
Kodu (Code)	Yarıyılı (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Uygulaması, Saat/Hafta (Course Implementation, Hours/Week)		
				Ders (Theoretical)	Uygulama (Tutorial)	Laboratuar (Laboratory)
ELK414	8	3	5	3	0	0
Bölüm / Program (Department/Program)	Elektrik Mühendisliği / Elektrik Mühendisliği (Electrical Engineering / Electrical Engineering)					
Dersin Türü (Course Type)	Seçmeli (Elective)			Dersin Dili (Course Language)	Türkçe (Turkish)	
Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)	(ELK332 veya ELK332E ve ELK341 veya ELK341E) veya (ELK356 veya ELK356E) ((ELK332 or ELK332E and ELK341 or ELK341E) or (ELK356 or ELK356E))					
Dersin mesleki bileşene katkısı, % (Course Category by Content, %)	Temel Bilim (Basic Sciences)	Temel Mühendislik (Engineering Science)	Mühendislik Tasarım (Engineering Design)	İnsan ve Toplum Bilim (General Education)		
	-	100	-	-		
Dersin İçeriği (Course Description)	Transformatör ve döner makine sargılarındaki elektrik geçişleri ve elektrostatik zorlamalar. Transformatör sargılarındaki elektrodinamik kuvvetler. Elektrodinamik kuvvetleri hesaplama yöntemleri: Klasik yöntemler ve Roth yöntemi. Döner makinelerin stator sargılarının kenar kısımlarına yakın bölgelerdeki kuvvetlerin hesaplanması. Transformatör ve döner elektrik makinalarının sargılarının ısınması. Aşırı ısınmanın yalıtım malzemeleri üzerindeki etkisi. Elektrik makinelerindeki kayıplar ve makine kayıplarını azaltma yöntemleri.					
	Electrical transients and electrostatic stresses in transformer and rotating machinery windings. Electrodynamic forces in transformer windings. Methods to calculate electrodynamic forces: Classical methods and Roth's method. Calculation of forces near end regions of stator windings of rotating machines. Heating of transformer and rotating electric machinery windings. Effects of overheating in insulation materials. Losses in electrical machines and methods to reduce machine losses.					
Dersin Amacı (Course Objectives)	Bu seçmeli kursun ana hedefi 1. Elektrik makinalarının çalışması esnasında oluşan elektromanyetik, elektromekanik ve ısıl zorlamaların tanımlanması. 2. Bu zorlamaların elektrik makinelerinin faydalı ömrü ve güvenli işletilmesi üzerindeki etkilerini incelemek, bu etkilerden korunma sağlamak ve etkileri en aza indirmek üzerindeki çeşitli teknikler üzerinde özellikle durulacaktır.					
	The main objective of this elective course is 1. To introduce electromagnetic, electro mechanic, and thermal stresses which occur during the operation of electrical machines. 2. The emphasis is placed on various techniques to analyze, protect and minimize the effects of these stresses on life time and safe operation of electrical machinery.					
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler; 1. Geçici aşırı gerilimlerinin modellenmesi ile ilgili sargı eşdeğer devre modelini, 2. Transformatörlerde ve döner elektrik makinalarında başlangıç ve son durum aşırı gerilimlerinin dağılımının hesapları, aşırı gerilim geçişlerinin analizi ve dikkat edilmesi gereken noktalar, 3. Transformatörler ve döner elektrik makinalarındaki elektrodinamik kuvvetler, bu kuvvetlerin etkileri ve dikkat edilecek noktalar, 4. Elektrik makinaları sargılarında ısınma ve ısıl zorlamalar, 5. Zor şartlarda çalışan elektrik makinalarında uygulanabilecek tasarım teknikleri hakkında bilgi sahibi olacaklardır.					
	Students who pass the course will gain information about: 1. Equivalent circuit model of windings for modelling transient overvoltages. 2. Calculation of initial and final distribution of over voltages in the transformers and rotating electrical machines. Analysis of overvoltage transients, precautions. 3. Electrodynamic forces in transformers and rotating electrical machines. The effects of these forces and precautions. 4. Heating and thermal stress in electrical machine windings. 5. A comprehensive understanding of design techniques for electrical machines operating subject to abnormal conditions.					

Ders Kitabı (Textbook)	N. Güzelbeyoğlu, Elektrik Makinalarında Aşırı Zorlanmalar, İTÜ Yayınları, 2. baskı, İstanbul, 1997.		
Diğer Kaynaklar (Other References)	1.Greenwood, A., <i>Electrical Transients in Power Systems</i> , John Wiley and Sons, New York, 1971. 2. McLyman, C.W.T., <i>Transformer and Inductor Design Handbook</i> , 2nd Ed., Dekker, New York, 1988. 3. Karsai, K., Kerenyi, D., Kiss, L., <i>Large Power Transformers</i> , Elsevier, Amsterdam, 1987. 4. Englemann, R.H., Middendorf, W.H., <i>Handbook of Electric Motors</i> , Dekker, New York, 1995. 5. Flanagan, W.M., <i>Handbook of Transformer Design and Applications</i> , 2 nd Ed., McGraw-Hill, 1993.		
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	Her öğrenciye farklı bir doğru akım plaka değeri verilecek ve dönem boyunca yapmış oldukları tasarım hesapları kontrol edilecektir.		
	Design and construction of direct-current machines are realized for different nameplate values assigned to each student. These calculations are to be checked in the semester.		
Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work)	-		
	-		
Bilgisayar Kullanımı (Computer Use)	Bilgisayar simülasyon ve Tasarım laboratuvarı, kişisel bilgisayarlar kullanılacaktır.		
	Computer Simulation and Design Laboratory, Personal computers.		
Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-		
	-		
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi (Quantity)	Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	1	25
	Kısa Sınavlar (Quizzes)	2	5
	Ödevler (Homework)	2	10
	Projeler (Projects)	-	-
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)	1	15
	Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)	-	-
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-	-
	Final Sınavı (Final Exam)	1	45

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Giriş. Üç fazlı sargılarda ani akım yükselmesi dalgasının ilerlemesinin matematik modeli. Geçiş aşırı gerilimlerinin modellenmesi için sargı eşdeğer devre modeli.	1,5
2	Aşırı gerilimlerin ilk ve son durumlarda dağılımlarının hesaplanması. Nötr noktaların topraklanmış ve topraklanmamış halleriyle ilgili vaka araştırmaları.	1,2
3	Aşırı gerilim geçişlerinin Fourier seri dönüşümleri kullanılarak incelenmesi.	1,2
4	Aşırı gerilim geçişlerinin asgariye indirilmesi için tasarım teknikleri : topraklanacak dağılmış kapasitansın en aza indirilmesi, sargıların inter-turn kapasitansının en yükseğe çıkartılması.	1,2
5	Döner elektrik makinelerinde geçiş aşırı gerilimlerinin incelenmesi.	2
6	Transformatörlerde elektrodinamik kuvvetler: Transformatör sargılarında kısa devre akımları	3,5
7	Silindirik kuvvetlerde radyal ve aksel kuvvetlerin yaklaşık hesaplanması için yöntemleri.	3
8	Elektrodinamik kuvvetlerin hesaplanması için vektör potansiyel formülasyon ve Roth yöntemi	3
9	Stator sargılarının uçlarına yakın bölgelerde elektrodinamik kuvvetler. . Makine sargılarında çeşitli geometriler için indüklenmiş kuvvet bileşenlerinin formülasyonu: iki sonsuz uzunlukta akım taşıyan paralel iletken, iki adet belirli uzunlukta paralel iletken, iki adet belirli uzunlukta aralarında mesafe olan paralel iletken, iki adet belirli uzunlukta kesişen iletken.	3
10	Üç fazlı kısa devre akımı taşıyan iletkenler arasında elektrodinamik kuvvetler	3,5
11	Üç fazlı makine sargılarında iki fazlı kısa devre hataları durumunda kuvvetlerin incelenmesi	3,5
12	Üç fazlı makine sargılarında üç fazlı kısa devre hataları durumunda kuvvetlerin incelenmesi	3,5
13	Elektrik makinaları sargılarında ısınma ve ısı zorlamalar. Yalıtım sınıfları. Isının yalıtkan ömrü üzerindeki etkisi.	4,5
14	Isınma eğrilerinin deney yoluyla belirlenmesi.	4,5

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Introduction. Mathematical model for propagation of a surge voltage wave in three -phase windings. Equivalent circuit model of windings for modelling transient overvoltages.	1,5
2	Calculation of initial and final distribution of over voltages. Case studies of grounded and ungrounded the neutral points.	1,2
3	Analysis of overvoltage transients using Fourier series approximation.	1,2
4	Design techniques to minimize overvoltage transients: minimization of the distributed capacitance to the ground, maximization of and the inter-turn capacitances of the winding.	1,2
5	Study of transient overvoltages in rotating electrical machines.	2
6	Electrodynamic forces in transformers: Short circuits currents in transformer windings.	3,5
7	Approximate methods for calculating radial and axial forces in cylindrical forces.	3
8	Vector potential formulation and Roth's method for calculating electrodynamic forces.	3
9	Electrodynamic forces near end regions of stator windings. Formulation of induced force components for various conductor geometries in machine windings: two infinitely long, current carrying parallel conductors; two, parallel conductors with finite length; two off -set, parallel conductors with finite length; two crossing conductors with finite length.	3
10	Electrodynamic forces between conductors carrying three-phase short circuit currents.	3,5
11	Study of forces in the case of two-phase short circuit faults in three-phase machine windings.	3,5
12	Study of forces in the case of three-phase short circuit faults in three-phase machine windings.	3,5
13	Heating and thermal stress in electrical machine windings. Insulation classes. Effect of heating on the life of insulation material.	4,5
14	Experimental determination of heating curves.	4,5

Dersin Elektrik Mühendisliği Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
a	Matematik, temel bilim ve mühendislik bilgilerini kullanabilme			X
b	Deney tasarlama, yapma ve istenilen bir sonuca ulaşmak için verileri analiz etme ve yorumlayabilme	X		
c	Belirli ihtiyaçlara yönelik bir sistem veya süreç tasarlayabilme			X
d	Disiplinlerarası takım çalışması yapabilme	X		
e	Mühendislik problemlerini tanımlama, formüle etme ve çözebilme			X
f	Meslekte profesyonellik ve etik (ahlaki) sorumlulukları kavrama ve benimseme	X		
g	Etkin bir yazılı ve sözlü iletişim becerisine sahip olma		X	
h	Mühendisliğin küresel ve toplumsal etkilerini anlayacak genel bir kültür kazanma		X	
i	Hayat boyu öğrenmenin gereğine ve öğrenme yeteneğini kazanma		X	
j	Güncel olaylar ve bu olayların mühendislik mesleği üzerine etkileri konusunda görüş sahibi olma,		X	
k	Elektrik mühendisliği uygulamaları için gerekli yetenek, mühendislik yöntemleri ve modern mühendislik araçlarını kullanabilme,			X
l	Elektrik mühendisliği uygulamalarına yönelik sistem tasarımı için gerekli uygulamalı elektronik, bilgisayar ve bilisim sistemleri alanında yeterli bilgi.		X	

1: Az, 2: Kısmi, 3: Tam

Relationship between the Course and Electrical Engineering Engineering Curriculum

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
a	an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering			X
b	an ability to design and conduct experiments in electrical engineering, as well as to analyze and interpret data to reach an appropriate conclusion	X		
c	an ability to design an electrical system, component, or process to meet desired needs			X
d	an ability to function on multi-disciplinary teams	X		
e	an ability to identify, formulate, and solve electrical engineering problems			X
f	an understanding of professional and ethical responsibility	X		
g	an ability to communicate effectively in both oral and written fashion		X	
h	the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global and societal context		X	
i	A recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning		X	
j	A knowledge of contemporary issues and their impact on engineering profession		X	
k	an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for electrical engineering practice			X
l	a knowledge of applied electronics, computer and information systems to design and analyze complex systems for electrical engineering applications		X	

1: Little, 2: Partial, 3: Full

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u>	<u>Tarih (Date)</u> 9 Mayıs 2014	<u>İmza (Signature)</u>
---------------------------------	-------------------------------------	-------------------------