

รายละเอียดของรายวิชา

Course Description

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
University	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
วิทยาเขต/คณะ/	บัณฑิตวิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์นานาชาติสิรินธร ไทย-เยอรมัน
Faculty/Dept.	The Sirindhorn International Thai-German Graduate School of Engineering Department of Electrical and Software Systems Engineering

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

Item 1 General Information

1. รหัสและชื่อรายวิชา - Course ID and Course Name

90245222      ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า  
(Power System Reliability)

2. จำนวนหน่วยกิต - Number of Credits

3 Credits (3-0-6)

3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา – Type of Curriculum and Type of Course

Master of Engineering Program in Electrical and Software Systems Engineering (International Program)

Elective course

4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา และอาจารย์ผู้สอน – Responsible Professor and Lecturer Name

Assoc. Prof. Dr. Wijarn Wangdee

5. ภาคการศึกษา/ ชั้นปีที่เรียน – Semester / Course Year

2/2561

6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี – If any)

None

7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี – If any)

None

8. สถานที่เรียน - Location of Class/Lab

TGGS Building

9. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด - Course description last updated on Day/Month/Year

31 July 2018

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

Item 2 Purposes and Objectives

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา – Course's Objectives

This course aims at providing students the knowledge of power system reliability evaluation and significance of the reliability evaluation at different power system functional zones, such as generation, transmission, distribution, substation, including reliability cost and reliability worth of power systems.

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา – Objectives to improve/modify the course

The objective is to keep the content of the course updated to the analytical and technology advancement.

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

Item 3 Operations and Procedures

1. คำอธิบายรายวิชา – Course description

หลักการเบื้องต้นของทฤษฎีความน่าจะเป็นและความเชื่อถือได้ การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบกำลังผลิตไฟฟ้า การประเมินกำลังสำรองขณะปฏิบัติการ การประเมินความเชื่อถือได้ของทั้งระบบผลิตและระบบสายส่งร่วมกัน การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่าย และการประเมินมูลค่าของความเชื่อถือได้

Basic probability theory and reliability concepts; Generating capacity reliability evaluation; Operating reserve assessment; Composite system reliability evaluation; Substation reliability evaluation; Distribution system reliability assessment; Reliability worth assessment.

2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา (Number of hours per semester)

บรรยาย Lecture	สอนเสริม Remedy	การฝึกปฏิบัติ/งาน ภาคสนาม/การฝึกงาน Internship/Lab work	การศึกษด้วยตนเอง Self-Study
-------------------	--------------------	---	--------------------------------

3 hrs per week	-	-	6 hrs per week
----------------	---	---	----------------

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล –  
Lecturer's consulting hours per week for individual student

The number of consulting hours per week is flexible upon request. The standard average number is one hour per week. The students can always make an appointment with the responsible lecturer in the class or via email and telephone.

## หมวดที่ 4 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

## Item 4 Learning Outcome of Students

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชาที่ระบุในหลักสูตรตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสกอ.

☐ (● ความรับผิดชอบหลัก      ○ ความรับผิดชอบรอง)

รายวิชา Courses	1.คุณธรรม จริยธรรม Morale and Ethics					2.ความรู้ Knowledge				3.ทักษะทางปัญญา Intellectual skill					4.ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและความ รับผิดชอบ Interpersonal skill and responsibility					5.ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ Analytical, communications and IT skills					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6
90245222				○			●						○			○				○					

ตารางความเชื่อมโยงผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชาที่ระบุในหลักสูตรตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสกอ.

ผลการเรียนรู้ ที่คาดหวัง Expected Learning Outcomes	1.คุณธรรม จริยธรรม Morale and Ethics					2.ความรู้ Knowledge				3.ทักษะทางปัญญา Intellectual skill					4.ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและความ รับผิดชอบ Interpersonal skill and responsibility					5.ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ Analytical, communications and IT skills					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6
ELO1						●	●			●			●							●	●				
ELO2						●	●			●			●												
ELO3						●	●			●			●							●	●				
ELO4						●	●			●			●							●	●				
ELO5	●					●	●	●	●	●	●	●	●			●								●	
ELO6		●	●	●	●									●	●	●	●	●	●			●			
ELO7		●			●													●	●			●	●	●	●
ELO8						●	●				●	●		●									●	●	●
ELO9	●	●	●	●	●														●						
ELO10	●	●	●	●	●			●	●						●			●							
ELO11		●	●	●											●										

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักวิชา

รายวิชา Courses	หน่วยกิต Credits	ELO1	ELO2	ELO3	ELO4	ELO5	ELO6	ELO7	ELO8	ELO9	ELO10	ELO11
90245222 ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า (Power System Reliability)	3 Credits (3-0-6)		●		●		●		●			

ผลการเรียนรู้ Learning Outcomes	วิธีสอนที่ระบุใน รายละเอียดรายวิชา Specified Teaching Method	วิธีการประเมินผล – Evaluation method
ELO 2 Ability to explain phenomena in Electrical and Software Systems Engineering by referring theories in Electrical and Software Systems Engineering	The concept of each topic in each chapter will be introduced with basic or fundamental definitions, visualization and correlations. The explanation will be based on the theories in Electrical and Software Systems engineering. The student will be asked to explain the discussed topics using the theories, which the students have known before the lecturer gives the correct explanation. By this approach, the students will practice how to apply the learned theories by themselves to explain the discussed phenomena.	ELO2 will be evaluated by questions and assignment during the class or during the exams.
ELO 4 Ability to analyze and find reasons to explain relationships between experimental results and theory in Electrical and Software Systems Engineering	During the classes, some topics will be explained using experimental data obtained from literature. The student will be asked to analyze the presented experimental data and explain the observed behavior using the theories, which the students have known before the lecturer gives the correct explanation. Furthermore, the students will be asked to find reasons of the deviation from the theories to gain the practical view of the discussed topic.	This ELO2 will be evaluated by questions and assignment during the class or during the exams.

ผลการเรียนรู้ Learning Outcomes	วิธีสอนที่ระบุใน รายละเอียดรายวิชา Specified Teaching Method	วิธีการประเมินผล – Evaluation method
ELO 6 Ability to demonstrate self-reliance and teamwork skill for defining and solving specific problems in Electrical and Software Systems Engineering	During the course, the students will get individual and group assignments for solving problems related to the content of the course. By the assignments, the students have to work alone or as a team to solve the given problems or tasks.	he students have to submit their work in paper forms for corrections. As appropriate, students have to present their works by oral presentation.
ELO 8 Ability to read and comprehend contents in international academic books, documents and research articles in Electrical and Software Systems Engineering	During the course, some additional advanced articles will be given to the students as practices of self-reading. The contents of the paper will be discussed in the class later. In additions, some assignments will require the student to find more information from the international research articles. The students can obtain guidance from the lecturer, as appropriate, when the contents of the articles are beyond their knowledge and experiences.	This ELO will be evaluated by oral interview or questions during the class. For written assignments, the students have to submit paper works for corrections.

## หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

## Item 5 Syllabus and Evaluation

## 1. แผนการสอน- Syllabus

สัปดาห์ ที่ Week No.	หัวข้อ/รายละเอียด Detail	จำนวน (ชม.) (Hrs)	กิจกรรมการเรียน การสอน/สื่อที่ใช้ Activities/ Teaching Medium	ผู้สอน Lecturer Name
1	Chapter 1 Introduction 1. Reliability Measures <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deterministic Criteria</li> <li>- Probabilistic Criteria</li> </ul> 2. Reliability Cost and Reliability Worth <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremental Reliability</li> <li>- Cost-Benefit Analysis</li> </ul> 3. Methods of Reliability Assessment <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analytical Techniques</li> <li>- Monte Carlo Simulation Techniques</li> </ul> 4. Concept of Adequacy and Security	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	Wijarn Wangdee
2	Chapter 2 Basic Probability Theory 1. Basic Probability <ul style="list-style-type: none"> <li>- Independent Events</li> <li>- Mutually Exclusive Events</li> <li>- Complimentary Events</li> </ul>	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	Wijarn Wangdee

สัปดาห์ ที่ Week No.	หัวข้อ/รายละเอียด Detail	จำนวน (ชม.) (Hrs)	กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน/สื่อที่ใช้ Activities/ Medium Teaching	ผู้สอน Lecturer Name
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conditional Events</li> <li>- Mathematical Expectation</li> </ul> 2. Basic Reliability <ul style="list-style-type: none"> <li>- Simple Series and Parallel Systems</li> <li>- Binomial System</li> </ul> 3. Component Outage Models <ul style="list-style-type: none"> <li>- Independent Outages</li> <li>- Dependent Outages</li> </ul>			
3	Chapter 3 Network Modeling and Evaluation <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Simple System Evaluation               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Series and Parallel Systems</li> <li>- Standby Redundant System with Imperfect Switching</li> </ul> </li> <li>2. Complex System Evaluation               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conditional Probability Method</li> <li>- Minimum Cut Set Method</li> </ul> </li> <li>3. Mission Oriented System Evaluation</li> <li>4. Markov Analysis</li> </ol>	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	Wijarn Wangdee
4	Chapter 3 Network Modeling and Evaluation <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Frequency and Duration (F &amp; D) Evaluation</li> </ol>	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	Wijarn Wangdee



สัปดาห์ ที่ Week No.	หัวข้อ/รายละเอียด Detail	จำนวน (ชม.) (Hrs)	กิจกรรมการเรียน การสอน/สื่อที่ใช้ Activities/ Medium Teaching	ผู้สอน Lecturer Name
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frequency and Duration Concepts</li> <li>- Two Stage Repair and Installation Process</li> <li>- Spare Component Assessment</li> </ul> <p>6. F &amp; D Using Approximate Equations</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extended Equations for Parallel Systems</li> <li>- Application of Series System Principle to Failure Mode Analysis</li> </ul>			
5	<p>Chapter 4 Monte Carlo Simulation</p> <p>1. Introduction to Methods for Complex Systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- State Enumeration Method</li> <li>- Monte Carlo Method</li> </ul> <p>2. Non-Sequential Monte Carlo Simulation</p> <p>3. Sequential Monte Carlo Simulation</p> <p>4. Simulation Convergence and Stopping Criterion</p> <p>5. Random Number Generation</p> <p>6. Random Variate Generation</p>	3	<p>Lecture presentation slides</p> <p>Examples &amp; In-class exercises</p> <p>Homework assignment</p>	Wijarn Wangdee

สัปดาห์ ที่ Week No.	หัวข้อ/รายละเอียด Detail	จำนวน (ชม.) (Hrs)	กิจกรรมการเรียน การสอน/สื่อที่ใช้ Activities/ Teaching Medium	ผู้สอน Lecturer Name
6	Chapter 5 Generating Capacity Reliability Evaluation  1. Introduction to Generation System Model  2. Capacity Outage Probability Tables  3. Review of Generating System Risk Criteria - Deterministic Criteria - Probabilistic Criteria  4. Basic System Risk Indices - Loss of Load Indices - Risk Evaluation Using Analytical Approach - Risk Evaluation Using Monte Carlo Simulation Approach  5. Load Forecast Uncertainty (LFU)	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	Wijarn Wangdee
7	Chapter 5 Generating Capacity Reliability Evaluation  6. Frequency and Duration Indices - Individual Probability and Frequency - Cumulative Probability and Frequency	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	Wijarn Wangdee

สัปดาห์ ที่ Week No.	หัวข้อ/รายละเอียด Detail	จำนวน (ชม.) (Hrs)	กิจกรรมการเรียน การสอน/สื่อที่ใช้ Activities/ Teaching Medium	ผู้สอน Lecturer Name
	7. Capacity Expansion Analysis <ul style="list-style-type: none"> <li>- Numerical Examples</li> <li>- Effective Load Carrying Capability</li> </ul>			
8	Chapter 6 Interconnected System Reliability Evaluation <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to Interconnected Systems</li> <li>2. Probability Array Method in Interconnected Systems</li> <li>3. Equivalent Assisting Unit Approach to Interconnected Systems</li> <li>4. Factors Affecting the Emergency Assistance</li> </ol>	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	Wijarn Wangdee
9	Midterm Exam			
10	Chapter 7 Operating Reserve Assessment <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to Operating Reserve</li> <li>2. PJM Method <ul style="list-style-type: none"> <li>- Outage Replacement Rate (ORR)</li> <li>- Unit Commitment Risk</li> </ul> </li> <li>3. Extensions to PJM Method <ul style="list-style-type: none"> <li>- Load Forecast Uncertainty</li> </ul> </li> </ol>	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	

สัปดาห์ ที่ Week No.	หัวข้อ/รายละเอียด Detail	จำนวน (ชม.) (Hrs)	กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน/สื่อที่ใช้ Activities/ Teaching Medium	ผู้สอน Lecturer Name
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derated (Partial Output) States</li> <li>4. Modified PJM Method</li> <li>5. Response Risk</li> </ul>			
11	Chapter 8 Composite Generation and Transmission System Reliability Evaluation <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contingency Enumeration</li> <li>2. Network Analysis Techniques</li> <li>3. Remedial Actions (Corrective Actions)</li> <li>4. System State Selection</li> <li>5. System and Load Point Indices</li> </ol>	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	Wijarn Wangdee
12	Chapter 9 Distribution System Reliability Evaluation <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluation Techniques for Radial Systems</li> <li>2. Additional Interruption Indices               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Customer-Based Indices</li> <li>- Load- and Energy-Based Indices</li> </ul> </li> <li>3. Application to Radial Systems</li> </ol>	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	Wijarn Wangdee
13	Chapter 9 Distribution System Reliability Evaluation <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Evaluation Techniques for Complex Systems</li> </ol>	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	Wijarn Wangdee

สัปดาห์ ที่ Week No.	หัวข้อ/รายละเอียด Detail	จำนวน (ชม.) (Hrs)	กิจกรรมการเรียน การสอน/สื่อที่ใช้ Activities/ Teaching Medium	ผู้สอน Lecturer Name
	5. Inclusion of Scheduled Maintenance 6. Consideration of Weather Effects			
14	Chapter 10 Substation and Switching Station Reliability Evaluation 1. Active and Passive Failures 2. Effect of Failure Modes 3. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) 4. Malfunction of Normally Closed Breaker 5. Malfunction of Alternative Supplies	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	Wijarn Wangdee
15	Chapter 11 Reliability Worth Assessment 1. Implicit and Explicit Evaluation of Reliability Worth 2. Interruption Cost versus Reliability Worth 3. Data Concepts and Requirements for Value-Based Reliability Planning (VBRP) 4. Cost of Interruption Cost Assessment	3	Lecture presentation slides Examples & In-class exercises Homework assignment	Wijarn Wangdee
16	Final Exam			

## 2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้ – Evaluation Plan

กิจกรรมที่ Act. No.	ผลการเรียนรู้* Learning Outcomes*	วิธีการประเมิน Evaluation Method	กำหนดเวลาการ ประเมิน (สัปดาห์ที่) Evaluation Week (Week no.)	สัดส่วนของการ ประเมินผล Percentage of evaluation
1	ELO2, ELO4, ELO6, ELO8	homework, assignments, attendance	1-15	20%
2	ELO2, ELO4	midterm exam	9	35%
3	ELO2, ELO4, ELO6, ELO8	term project	15	5%
4	ELO2, ELO4	final exam	16	40%
* ระบุผลการเรียนรู้หัวข้อย่อยตามแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้				
* Identify learning outcome based on the Learning Outcome Responsibility Matrix				

## หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

## Item 6 Learning/Teaching Resources

## 1. ตำราและเอกสาร – Text books/Documents

[1] Wijarn Wangdee, Lecture Notes, Power System Reliability (ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า), 2558.

## 2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ – Important documents and Information

[1] Billinton, R, and Allan, R. “Reliability Evaluation of Engineering Systems,” Springer, Second Edition, 1992.

[2] Billinton, R, and Allan, R. “Reliability Evaluation of Power System,” Second Edition, Plenum Press, 1996.

## 3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ – Documents and introduction

[1] Wenyuan Li, “Risk Assessment of Power Systems: Models, Methods, and Applications,” John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2005.

**หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา****Item 7 Course Evaluation and Improvement****1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา – Course’s effectiveness evaluation strategy by students**

The students will have an opportunity to evaluate the effectiveness of the course in a form of paper survey and group interview at the end of each semester. The results of survey and interview including the grading will be reviewed by the department meeting to evaluate the course’s effectiveness.

**2. กลยุทธ์การประเมินการสอน – Teaching evaluation strategy**

The students will have an opportunity to evaluate the teaching the course in a form of paper survey and group interview at the end of each semester. The results of survey and interview including the grading will be reviewed by the department meeting to evaluate the teaching.

**3. การปรับปรุงการสอน - Improvement of teaching**

The evaluation from the students including the grading will be submitted to the department meeting for reviewing and brainstorming to improve teaching of each course. Comments and suggestions given by the department meeting will be informed to the responsible lecturer of each course.

**4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา – Student’s grade standard review**

The grading of this course will be evaluated and reviewed by the Department meeting and the TGS executive board meeting in order to verify its appropriateness before the final approval.

**5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา – Review and plan to improve course’s effectiveness**

The results of the grading evaluation and student evaluation will be submitted to the Department meeting for reviewing and brainstorming to improve the effectiveness of the offered courses. Comments and suggestions will be informed to the responsible lecturer of each course.