



Academic Course Specification Form

استمارة توصيف المقرر الأكاديمي

القسم الخاص بالطالب Section Concerning the Student

1. Course Code:	EENG 487/ EENG 485	1. رمز المقرر:
2. Course Title	Nonlinear Control Design	2. اسم المقرر:
3. College:	Engineering	3. الكلية:
4. Department:	Department of Electrical and Electronics Engineering	4. القسم:
5. Academic Program:	B.Sc. in Electronics and Communications Engineering	5. البرنامج الأكاديمي:
6. Course Credits:	3-0-3	6. عدد الساعات المعتمدة:
7. Course NQF Level:	8	7. مستوى المقرر وفقاً للإطار الوطني للمؤهلات:
8. Notional Hours:	131	8. عدد الساعات الافتراضية:
9. NQF Credits:	13	9. عدد الساعات المعتمدة للمقرر وفقاً للإطار الوطني للمؤهلات:
10. Prerequisite:	EENG207 & EENG382	10. المتطلب السابق للمقرر:
11. Lectures Timing & Location:	MW: 09:30 – 10:45 (14-245)	11. وقت المحاضرة ومكانها:
12. General Mode of Teaching and Learning	تقليدي Traditional	12. النمط العام للتعليم والتعلم:
13. Course Coordinator:	NOTE prepared by Dr. Gassan Murad and Updated by Professor Ebrahim A. Mattar	13. منسق المقرر:
14. Course Instructor:	Professor Ebrahim A. Mattar	14. مدرّس المقرر:
15. Office Hours and Location:	MW, 11:30 -13:30 – 14-148	15. الساعات المكتبية ومكانها:
16. Instructor's Email:	ebmattar@uob.edu.bh	16. البريد الإلكتروني لمدرّس المقرر:
17. Academic Year:	2026-2027	17. السنة الأكاديمية:

18. Semester:	First Semester الفصل الأول	18. الفصل الدراسي:
19. Textbook(s):		19. الكتب الدراسية للمقرر:
Nonlinear Systems, Hassan Khalil, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2002.		
20. References:		20. المراجع:
• Introduction to Nonlinear Control: Stability, Control Design, and Estimation, C. M. Kellet and P. Braun, Princeton University Press, 2023. • Nonlinear Control, Hassan Khalil, Global Edition, Pearson, 2015. • Nonlinear Control Systems: Analysis and Design, Horacio J. Marquez, Wiley, 2003.		
21. Other Learning Resources Used (e.g. e-learning, field visits, periodicals, software, etc.):		21. مصادر التعلم الأخرى (مثال: التعلم الإلكتروني، زيارات ميدانية، دوريات، برمجيات، إلخ....)
MATLAB User Manual (including Control Systems Toolbox and SIMULINK), the Mathworks, Inc., Copyright 1995-2024		
22. Course Description (as published in the College Catalogue):		22. توصيف المقرر (حسب ما ورد في دليل الكلية):
Analysis and design of nonlinear systems. Phase plane construction: the isocline Lienard's methods, classification of singularities. Variable structure control. Stability definitions. Lyapunov's second methods; Popov stability criterion. Analysis of stability for passive systems. The describing functions. Optimal control and state estimation. Conservative and Lagrangian systems. Kalman-Bucy algorithm and prediction. Sliding mode control synthesis.		
23. Course Intended Learning Outcomes (3 to 5 CILOs):		23. مخرجات التعلم للمقرر (CILOs) (3 إلى 5 مخرجات تعليمية):
1. Model nonlinear problems and phenomena.		
2. Apply graphical methods for stability analysis.		
3. Apply Lyapunov’s indirect and direct stability methods for autonomous systems.		
4. Apply advanced stability theory, including non-autonomous systems and advanced graphical methods.		
5. Design controllers for linear and nonlinear systems.		

24. Course Assessment Percentages (as per Regulations of Study and Examination at the University of Bahrain):		24. أساليب التقييم ونسبها المئوية (بحسب نظام الدراسة والامتحانات في جامعة البحرين):	
Assessment التقييم	Type النوع	Percentage النسبة	Assessment Date تاريخ التقييم
Assignments	Individual فردي	10%	Given on time, on UOB BB
Laboratory/Simulations	Group جماعي	10%	Given on time, on UOB BB
Course Project	Individual فردي	10%	Given on time, on UOB BB
Midterm	Individual فردي	30%	To be decided
Final Examination	Individual فردي	40%	As UOB scheduled
Total	100%		
25. Description of Topics Covered		25. وصف الموضوعات التي ينبغي تناولها:	
Topic Title (e.g. chapter/experiment title) الموضوع		Description التفصيل	
Introduction to Nonlinear Control Systems		Nonlinearities; linear systems; examples of nonlinear system behaviour; common nonlinear system behaviours such as multiple equilibrium points, limit cycles, bifurcations, and chaos.	
State-space Analysis and Design		State-space representation, modelling, and analysis review; controllability and observability analysis; state-feedback design; Luenberger observer design; separation principle.	
Lyapunov's Indirect Method: Linearization and Local Stability		Nonlinear systems (autonomous and non-autonomous); equilibrium points; state-space representation of nonlinear systems; Lyapunov's linearization method and local stability.	
Phase Plane Analysis		Concepts of phase plane analysis; constructing phase portraits; phase plane analysis of linear systems; phase plane stability analysis of nonlinear systems; existence of limit cycles.	
Describing Function Analysis		Describing function fundamentals; common nonlinearities in control systems; describing functions of common nonlinearities; describing function stability analysis of nonlinear systems.	
Lyapunov's Direct Method of Stability: Autonomous Systems		Stability and instability; asymptotic and exponential stability; local and global stability; sign definiteness of scalar and quadratic function; Lyapunov functions; equilibrium point theorems; Invariant set theorems;	

			Lyapunov analysis of linear time-invariant systems; Krasovskii’s method.	
Advanced Stability Theory			Concept of stability for non-autonomous systems; Lyapunov direct method for non-autonomous systems; Lyapunov analysis of linear time-varying systems; controllability and observability analysis of time-varying systems; instability theorems; positive real and strictly positive real systems; the Kalman-Yakubovich lemma; passivity theory; Popov criterion; the circle criterion.	
Lyapunov Control System Design			Control design based on: (i) Lyapunov’s direct method; (ii) unconstrained linearization; and (iii) backstepping control.	
Feedback Linearization and Design for Nonlinear Systems			Motivation and basic concept; differential geometry, such as Lie derivatives, Lie brackets, distributions, involutivity, relative degree, & diffeomorphisms, and state transformation; input-state and input-output linearization techniques.	
Observer Design and Estimation for Nonlinear Systems			Nonlinear observability analysis; design of: (i) local observers; (ii) global observers; (iii) high-gain observers; and (iv) extended Kalman filters.	
Optimal State Feedback: Linear Quadratic Methods			Review of optimal control; optimal full-state control: Linear Quadratic Regulator; robustness properties and tolerance to nonlinearities of optimal state feedback; optimal full-state estimation; the Kalman filter.	
26. Weekly Schedule			26. الجدول الأسبوعي	
Week الأسبوع	Date التاريخ	Topics Covered الموضوعات المتناولة	CILOs مخرجات التعلم للمقرر	Teaching/Assessment Mode and Method منهجية ونمط التدريس/التقييم
1	September 9 th	Course Overview / Introduction to Nonlinear Control	1	Tranditional تقليدي
2	September 11 th – 18 th	State-space Methods: Analysis & Design	2	Traditional تقليدي Assignment 1 Lab 1
3	September	Lyapunov’s Indirect Method:	1,4	Tranditional تقليدي

	23 rd – 25 th	Linearization & Local Stability		
4	September 30 th – October 2 nd	Phase Plane Analysis	1,3	Traditional تقليدي Assignment 2 Lab 2
5- 6	October 7 th – 9 th	Describing Function Analysis	1,3	Traditional تقليدي
7	October 16 th – 23 rd	Lyapunov's Direct Method of Stability: Autonomous Systems	1,4	Traditional تقليدي Assignment 3 Lab 3
8-9	October 28 th – November 6 th	Advanced Stability Theory	1,3,4,5	Traditional تقليدي
10	November 11 th – 13 th	Lyapunov-based Control System Design	1,4,5	Traditional تقليدي Midterm Exam
11-12	November 18 th – 27 th	Feedback Linearization and Design for Nonlinear Systems	1,2,5	Traditional تقليدي Assignment 4 Lab 4
13	December 2 nd – 4 th	Feedback Linearization and Design for Nonlinear Systems	1,2,5	Traditional تقليدي
14	December 9 th – 11 th	Feedback Linearization and Design for Nonlinear Systems	1,2,5	Traditional تقليدي Assignment 5 Lab 5
15	December 12 th – 15 th	Optimal Control: Linear Quadratic Methods	1,2,5	Traditional تقليدي Assignment 5 Lab 5

27. Academic Integrity Statement	27. بيان النزاهة الأكاديمية
Students are to observe the highest level of honesty and academic ethics in pursuit of their academic goals as per UOB Regulations of Student Conduct and Academic Integrity, Anti-plagiarism Policies , and Students' Rights and Responsibilities Handbook . The consequences for cheating, plagiarism, unauthorized collaboration, and other forms of academic dishonesty can be very serious and will be dealt with as per the aforementioned policies and regulations.	يتعين على الطلبة الالتزام بأعلى مستويات الصدق والأمانة والأخلاق الأكاديمية في سعيهم لتحقيق أهدافهم الأكاديمية وفقاً للوائح سلوك الطلاب والنزاهة الأكاديمية، سياسات مكافحة الانتحال ، ودليل حقوق الطلبة وواجباتهم ، المعمول بها في جامعة البحرين. يمكن لعواقب الغش والسرقة الأدبية والتعاون غير المصرح به وغيرها من أشكال عدم الأمانة الأكاديمية أن تكون خطيرة للغاية وسيتم التعامل معها وفقاً للسياسات واللوائح المذكورة آنفاً.
28. Attendance and Absence Regulations	28. نظام الحضور والغياب
Students are required to adhere to regular attendance for class lectures and practical sessions, as determined by the nature of the course, as per Article (33) of Regulations of Study and Examination at the University of Bahrain .	يجب على الطلبة الالتزام بالحضور المنتظم للمحاضرات الصفية والعملية، حسبما تحدده طبيعة المقرر الدراسي، ووفقاً للمادة (33) من نظام الدراسة والامتحانات في جامعة البحرين .

القسم الخاص بمدرّس المقرر والقسم الأكاديمي
Section Concerning the Course Instructor and Academic Department

29. Program Intended Learning Outcomes (7-10 PILOs):	29. المخرجات التعليمية للبرنامج (7-10 PILOs):
1. An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics.	
2. An ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors	
3. An ability to communicate effectively with a range of audiences.	
4. An ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts.	
5. An ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives.	
6. An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions	
7. An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.	
30. NQF Level Descriptors:	30. المحددات الوصفية لمستويات الإطار الوطني للمؤهلات:
K1 Knowledge: Theoretical Understanding	المعرفة: الفهم النظري K1

K2	Knowledge: Applied Knowledge	المعرفة: المعرفة التطبيقية			K2
S1	Skills: Generic Problem Solving & Analytical skills	المهارات: مهارات حلّ المشكلات العامة والمهارات التحليلية			S1
S2	Skills: Communication, ICT, and Numeracy	المهارات: مهارات الاتصال، ومهارات تقنية المعلومات والاتصالات، والمهارات العددية			S2
C	Competence: Autonomy, Responsibility & Context	الكفاءة: الاستقلالية والمسؤولية والسياق			C
31. Mapping of Course Intended Learning Outcomes (CILOs):		31. ربط المخرجات التعليمية للمقرر (CILOs):			
CILO Number (from table 22)	Mapping to PILOs	Mapping to NQF Level Descriptors	NQF Level	Mapping to Criteria According to Accreditation Body (when different from PILOs)	
رقم المخرج التعليمي (الجدول 22)	الارتباط بالمخرجات التعليمية للبرنامج (PILOs)	الارتباط بالمحددات الوصفية لمستويات الإطار الوطني للمؤهلات	مستوى الإطار	الارتباط بمعايير هيئة الاعتماد الدولي (عند اختلاف المعايير عن المخرجات التعليمية للبرنامج)	
1	1,6	K1, K2, S1, S2, C	8	1,6	
2	1,6	K1, K2, S1, S2, C	8	1,6	
3	1,6	K1, K2, S1, S2, C	8	1,6	
4	1,6	K1, K2, S1, S2, C	8	1,6	
5	1,6	K1, K2, S1, S2, C	8	1,6	
32. Mapping of Course Assessment:		32. ربط أساليب التقييم:			
Assessment التقييم	Formative / Summative تكويني / ختامي	Mapped CILO الربط بمخرجات التعلم للمقرر	Assessment NQF Level Descriptor (Refer to table 30) وصف التقييم بناء على المحددات الوصفية لمستويات الإطار الوطني للمؤهلات (جدول 30)	NQF Level مستوى الإطار	
Tutorials	Formative تكويني	1,2,3,4,5,6,7	K1, K2, S1, S2, C	8	
Assignments	Summative ختامي	1,2,3,5,6	K1, K2, S1, S2, C	8	
Laboratory/Simulations	Summative ختامي	1,2,3,5,6	K1, K2, S1, S2, C	8	
Midterm Exam	Summative ختامي	1,2,3,4	K1, K2, S1, S2, C	8	
Final Examination	Summative ختامي	1,2,3,4,5,6,7	K1, K2, S1, S2, C	8	

33. Allocation of NQF Credit		33. تحديد الساعات المعتمدة في الإطار الوطني للمؤهلات	
Learning Activity النشاط التعليمي	Activity Duration مدة النشاط	Frequency التكرار	Notional Hours الساعات الافتراضية
Lessons / Lectures / Seminars الدروس / المحاضرات / الندوات	3	3*15-3.17 (Supervised assessment during study weeks)	41.83
Tutorial حصص التقوية			
Practical / Laboratory عملي / مختبر			
Supervised Assessment التقييم الموجه	Assignments = 20 min. Midterm = 1.5 hour Final Exam = 2 hours	5 1 1	5.17
Student Centered Learning / Independent Learning التعلم المتمركز حول الطالب / التعلم المستقل	41.83*2		83.66
Work based Learning التعلم القائم على عمل			
Other (specify) أخرى (يرجى ذكرها)			
Total Notional Hours: مجموع الساعات الافتراضية			130.66
NQF Credit (divide notional hours by 10) الساعات المعتمدة في الإطار الوطني للمؤهلات (اقسم مجموع الساعات الافتراضية على 10)			13
Notes if any:		ملحوظات إن وجدت:	
For more information about the allocation process, kindly refer to:			
NQF Handbook NQF General Policies NQF Capacity Building Course Assigning Credit Hours to Courses			
للمزيد من المعلومات حول تحديد الساعات يرجى الرجوع إلى:			
دليل الإطار الوطني للمؤهلات السياسات العامة للإطار الوطني للمؤهلات دورة بناء القدرات للإطار الوطني للمؤهلات سياسة تحديد الساعات المعتمدة للمقررات الدراسية			

Prepared by:	Dr. Ghassan Murad, Updated by Professor Ebrahim A. Mattar	أُعِدَّتْ مِنْ قَبْلِ:
Date:	Monday, September 14, 2026	تَارِيخُ الإِعْدَاد:
Updated by:	Dr. Ghassan Murad, Updated by Professor Ebrahim A. Mattar	خُدِّثَتْ مِنْ قَبْلِ:
Reviewed by:		رُوجِعَتْ مِنْ قَبْلِ:
Approved by Department Council on: [Click or tap to enter a date.], Meeting no. [] for the academic year []		أُعْتَمِدَتْ الْإِسْتِمَارَةُ مِنْ قَبْلِ مَجْلِسِ الْقِسْمِ بتاريخ: [] [date. رقم الاجتماع [] للسنة الأكاديمية []