Mutah University
College of Engineering
Electrical Engineering Department

MSc. In Space Communications

ماجستير في اتصالات الفضاء

نتائج تعلم الطلاب

- تقديم معرفة ومهارات متخصصة متعددة التخصصات مطلوبة لمهنة العمل مع تقنيات الفضاء.
- توفير فرص للطلاب لإظهار معرفتهم وفهمهم وتطبيقهم لمبادئ الرياضيات والعلوم والهندسة.
- توفير بيئة واسعة من الشركاء في الأوساط الأكاديمية والصناعية ووكالات الفضاء والمنظمات الدولية.
- توفير بيئة واسعة من الشركاء في المجالات الأكاديمية، والصناعية، ووكالات الفضاء، والمنظمات الدولية.
- توفير مجموعة واسعة من التخصصات التي تعزز فرص الوظائف للطلاب.
- علاقات دولية بحثية بعد التخرج تعزز ترويج مشاريع البحث المشتركة.

النتائج التعليمية للبرنامج.

- تطبيق معرفة شاملة في الرياضيات والإحصاء والعلوم الطبيعية ومبادئ الهندسة على حل المشكلات المعقدة في هندسة الفضاء.
- صياغة وتحليل المشكلات المعقدة في هندسة الفضاء للوصول إلى استنتاجات موثوقة.
- اختيار وتطبيق تقنيات الحوسبة والتحليل المناسبة لنمذجة المشكلات المعقدة في هندسة الفضاء، مع مناقشة القيود المرتبطة بالتقنيات المستخدمة.
- اختيار وتقييم الأدب الفني التقني ومصادر المعلومات الأخرى بشكل نقدي لحل المشكلات المعقدة في هندسة الفضاء وتقييم تأثيرها على البيئة والمجتمع.

الساعات المعتمدة

- المجموع الكلي لدراسة درجة الماجستير هو 33 ساعة معتمدة.
- مسار الرسالة بتضمن 15 ساعة معتمدة مساقات اجبارية و9 ساعات معتمدة مساقات اختيارية.
- مسار الشامل يتضمن دراسة 24 ساعة معتمدة مساقات اجبارية و 9 ساعات معتمدة مساقات اختيارية
- مدة الدراسة من سنتين الى ثلاث سنوات.

متطلبات القبول : درجة البكالوريوس في أي مجال هندسي، هندسة الكهرباء والإلكترونيات والحاسوب، تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، الفيزياء والعلوم، أو مؤهل دولي معترف به معادل.

الخطة الدراسية مفصلة

المساقات الخمسة المدرجة أدناه مطلوبة لكل من مسار الرسالة وامتحان الشامل، بمجموع 15 ساعة معتمدة

1. Fundamentals of Space Technology

The course conveys the fundamentals of space technology. Space systems engineers need general knowledge in several technical and programmatic subjects in space engineering. This knowledge allows them to classify their space projects with respect to the application area, space history, space environment, possible orbits, launch vehicle options, and many other aspects. The module also introduces software tools that are relevant to space engineers. The students will be able to use these tools and apply the skills in other modules and in their careers: Basic astronomy, coordinate systems, Kepler's laws, orbital parameters, orbital motion, the two-body problem, Kepler's equation, satellite orbits, radiation: mechanisms and interaction, Earth's atmosphere, Earth's magnetosphere, plasma physics, solar activity and geomagnetic storms, sensors and detectors, space debris, satellite constellations, applications (satellite navigation, remote sensing, ...).

أساسيات تكنولوجيا الفضاء

هذه المادة تتضمن أساسيات تكنولوجيا الفضاء نظرا لحاجة مهندسي أنظمة الفضاء إلى معرفة عامة في العديد من المواضيع التقنية والبرمجية. تتيح لهم هذه المعرفة تصنيف مشاريعهم الفضائية بالنسبة لمجال التطبيق، وتاريخ الفضاء، والبيئة الفضائية، والمدارات الممكنة، والعديد من الجوانب الأخرى. تقدم المادة أيضًا أدوات برمجية ذات صلة بمهندسي الفضاء. سيكون بإمكان الطلاب استخدام هذه الأدوات وتطبيق المهارات في وحدات أخرى وفي حياتهم المهنية. أهم محتويات المادة هي علم الفلك الأساسي، وأنظمة الإحداثيات، وقوانين كبلر، ومعلمات المدار، والحركة المدارية، ومسألة الجسمين، ومعادلة كبلر، ومدارات الأقمار الصناعية، والإشعاع: الآليات والتفاعل، والغلاف الجوي للأرض، والمغناطيسية للأرض، وفيزياء البلازما، ونشاط الشمس والعواصف المغناطيسية، وأجهزة الاستشعار والكاشفات، وحطام الفضاء، وتجمعات الأقمار الصناعية، والتطبيقات مثل الملاحة الفضائية، والاستشعار عن بعد..

2. Satellite Communications

Introduction, Basics, Satellite network architectures and properties, integration with GSM terrestrial system. Applications of Satellites: Weather Forecasting, Radio and TV Broadcast, Military, Navigation, Global Telephone, Connecting Remote Areas, Global Mobile Communication Frequency Allocation of Satellites, Types of Orbits. Digital Broadcasting, Satellite radio systems (SDR). Modulation and multiplexing techniques for satellite links: Multilevel phase modulation, frequency modulation, QAM, FDMA, and TDMA. Techniques and framing. SNR, BER and SER calculations with Applications.

الاتصالات عبر الأقمار الصناعية

مقدمة، الأساسيات، هندسة شبكات الأقمار الصناعية وخصائصها، التكامل مع أنظمة وأجيال الهاتف المحمول .تطبيقات الأقمار الصناعية مثل التنبؤ بحالة الطقس، بث الراديو والتلفزيون، الاستخدام العسكري، الملاحة، الهاتف العالمي، ربط المناطق النائية، الاتصالات المحمولة العالمية، تخصيص ترددات الأقمار الصناعية، أنواع المدارات، البث الرقمي، أنظمة الراديو الفضائي. تقنيات التحول والتعدد لوصلات الأقمار الصناعية: التعديل المتعدد التعديل باستخدام الزاوية والتردد والسعة، حسابات نسبة إشارة إلى ضوضاء. التعدد في الوقت والتردد، حسابات معدل الأخطاء الثنائي ومعدل الأخطاء الرمزي مع التطبيقات والأمثلة.

3. Satellite based navigation & localization systems (NAV)

أنظمة الملاحة وتحديد المواقع عبر الأقمار الصناعية

Introduction, Signal structure, Satellite search, Basic GNSS measurements, Atmospheric effects and dual frequency measurements, Carrier phase positioning, Coordinate systems and time, Orbits and data message, Navigation solutions.

مقدمة، هيكل الإشارة، البحث عن الأقمار الصناعية، قياسات نظام تحديد المواقع العالمي الأساسية، تأثيرات الغلاف الجوي والقياسات ذات الترددين، تحديد المواقع بواسطة مرحلة الحامل، أنظمة الإحداثيات والوقت، المدارات والرسائل البيانية، حلول التنقل.

4. Space Communications Systems

أنظمة الاتصالات الفضائية

Transmitter, Receiver, Rely Systems, Principle of Communications and Networking, Earth Station Technology, Earth Station Design Considerations and Standards, Radiation effects, Space Environment Satellite communication systems, Operational Communication Satellite Systems, Network Planning, Management and Operational Issues. Link budget calculations and analysis.

المرسل، المستقبل، أنظمة الاعتماد، مبادئ الاتصالات والشبكات، تكنولوجيا المحطة الأرضيه، معايير تصميم المحطة الأرضية، تأثيرات الإشعاع، بيئة الفضاء لأنظمة الاتصال بالأقمار الصناعية، أنظمة الاتصال بالأقمار الصناعية العاملة، تخطيط الشبكة وإدارتها وقضايا التشغيل. حسابة وتحليل متطلبات رابط الاتصالات.

5. Research Methodology

منهجية البحث

Students learn how to carry out different stages of scientific research starting from the formulation of research idea and finishing by a write up and presentation of a technical report. Research types, get starting of research, sources of information, research-funding data and research design, questionnaires. Ethical consideration, static's in research, graphical representation of data, normal distribution and estimation, the normal distortion testing hypotheses, errors and tails, referencing, the history and philosophy of research, case studies. Creativity and Innovation: personal thinking preferences, everyday creativity and eliminating mental blocks, creative thinking techniques, idea selection approaches, teaming techniques for creativity, conditions that promote creativity, design for interaction, disruptive technologies, and intellectual property. Building blocks of innovation. The processes and methods of creative problem solving: observation, definition, representation, ideation, evaluation and decision-making. Enhancement of the creative and innovative thinking skills. The creative and innovative thinking styles. Teaming, communication, and diversity. Risk taking, paradigm shift, and paradigm paralysis.

في هذا الدورة، يتعلم الطلاب كيفية أداء مراحل مختلفة من البحث العلمي بدءًا من صياغة فكرة البحث وانتهاءً بإعداد وتقديم تقرير فني. أنواع البحث، بدء البحث، مصادر المعلومات، بيانات تمويل البحث وتصميم البحث، استخدام الاستبيانات، الاعتبارات الأخلاقية، الإحصاءات في البحث، التمثيل البياني للبيانات، التوزيع الطبيعي والتقدير، اختبار التشوه الطبيعي، اختبار فرض الفروض الاحتمالية، أخطاء القلب والذيل، الاستشهاد، تاريخ وفلسفة البحث، دراسات الحالة. الإبداع والابتكار: تفضيلات التفكير الشخصي، الإبداع اليومي والتخلص من العوائق العقلية، تقنيات التفكير الإبداعي، أساليب اختيار الأفكار، تقنيات العمل الجماعي للإبداع، الظروف التي تعزز الإبداع، التصميم للتفاعل، التقنيات المختلفة المبتكرة، وحقوق الملكية الفكرية. مكونات الابتكار. عمليات وأساليب حل المشكلات الإبداعية: المراقبة، التعريف، التمثيل، التفكير في الأفكار، التقييم واتخاذ القرارات. تعزيز مهارات التفكير الإبداعي والابتكاري. أساليب التفكير الإبداعي والابتكاري. العمل الجماعي والاتصال والتنوع. المخاطرة، تغيير النموذج، وشلل النموذج.

- **مسار الرسالة: يختار الطالب ثلاثة مساقات بما مجموعة 9 ساعات معتمدة بنجاح من المساقات أدناه.**
- **مسار الشامل: بالاضافة الى المساقات الأجبارية السابقة (15 ساعة معتمدة) سيدرس الطالب أيضا المساقات (A, B, C) كمساقات اجبارية وذلك لتحقيق ما مجموعه 24 ساعة اجبارية بنجاح.**

A. Free Space Optical Communications (FSO)

الاتصالات الضوئية في الفضاء المفتوح

Optical wireless channel characteristics: Turbulence, Attenuation, absorption, and noise in free space, and channel modelling. Light propagation in free space, optical wireless transmitter and receiver, polarized and unpolarized light, radio over free space optics (RoFSO). Millimeter and Terahertz frequency bands and their applications, and some practical scenarios. Error rate of information, and outage probability.

خصائص قناة الاتصال اللاسلكي البصري: الاضطرابات، التخفيف، الامتصاص، والضوضاء في الفضاء الحر، ونمذجة القناة. انتشار الضوء في الفضاء الحر، جهاز الإرسال البصري اللاسلكي وجهاز الاستقبال البصري اللاسلكي، الضوء المستقطب وغير المستقطب، الراديو عبر تقنية البصر الحر في الفضاء . نطاقات التراهيرتز والميليمتر وتطبيقاتها، وبعض السيناريوهات العملية. معدل أخطاء المعلومات والانقطاع واحتمالية الانقطاع.

B. Advanced Digital Signal Processing for Space Communications

معالجة الإشارات الرقمية المتقدمة لاتصالات الفضاء

Digital Signal Processing (DSP) fundamentals: Design digital filters. Adaptive filters, Real time DSP. DSP in communication: audio applications, linear scaling / gain control; addition (mixing); averaging; white noise; real-time implementation, waveform modulation; waveform detection/demodulation; envelope detection and rectification; quadrature frequency translation; decimation; interpolation; base-band sampling; IF and under sampling. Adaptive equalization, interference cancellation. Estimation and spectral analysis.

مبادئ معالجة الإشارة الرقمية :تصميم مرشحات رقمية. مرشحات التكيف: التطبيقات الصوتية، تحكم القيمة / التكبير الخطي؛ الجمع (المزج)؛ التقدير؛ الضوضاء البيضاء؛ التنفيذ الفوري؛ تردد تكوين الموجة؛ اكتشاف / تعديل الموجة؛ كشف التظاهر والتقويم؛ التقليل؛ التكبير؛ أخذ عينات النطاق الأساسي؛ تردد التحليل الاساسي؛ وأخذ العينات بتردد منخفض، تحويل التردد واستعادته. تساوية التكيف، التزامن، إلغاء التداخل، التقدير والتداخل الطيفي.

C. Space Sensors and Instruments

أجهزة وأدوات الاستشعار الفضائية

This course covers the basics of remote sensing with spacecraft. Several sensors and instruments in different wavelengths are highlighted in technical detail. The module includes a project in which payload for remote sensing is designed using a systematic approach.

هذه المادة تشمل أساسيات الاستشعار عن بُعد باستخدام المركبات الفضائية. يتم التركيز على العديد من الأجهزة والأدوات في مجموعات موجات مختلفة بتفصيل تقني. تشمل الوحدة مشروعًا يتضمن تصميم حمولة للاستشعار عن بُعد باستخدام منهجية منهجية.

Introduction to Earth observation, electromagnetic waves, Earth observation system theory, sensor electronics, optical

مقدمة في مراقبة الأرض، والموجات الكهرومغناطيسية، ونظرية نظام مراقبة الأرض، وإلكترونيات الأجهزة

space sensor systems, infrared sensors, sensors for attitude determination of satellites, microwave sensor systems, sensor date processing.

الاستشعار، وأنظمة الاستشعار البصرية في الفضاء، وأجهزة الاستشعار بالأشعة تحت الحمراء، وأجهزة الاستشعار لتحديد موقف الأقمار الصناعية، وأنظمة الاستشعار بالموجات الميكروويف، ومعالجة بيانات الأجهزة الاستشعار.

D. Global Navigation Satellite Systems (GNSS)

أنظمة الملاحة الفضائية العالمية

Definition of global and local coordinate systems, Relationship between satellite and conventional geodetic systems, Satellite orbital motions. Current Main Navigation Systems: GPS Modernization Program, Russian GLONASS System, Chinese BeiDou System, Europe's GALILEO Satellite System, Japan's (QZSS). Augmentations. GPS observables, GPS observables, Estimation procedures, Propagation medium, Mathematical model of GPS observables, Methods of processing GPS data. Applications and examples of GPS data analysis along with other space geodetic data.

تعريف الأنظمة الإحداثية العالمية والمحلية، العلاقة بين الأقمار الصناعية والأنظمة الجيوديسية التقليدية، حركة الأقمار الصناعية. الأنظمة الرئيسية الحالية للملاحة: برنامج تحديث نظام تحديد المواقع العالمي ((GPS، نظام GLONASS الروسي، نظام BeiDou الصيني، نظام الأقمار الصناعية GALILEO الأوروبي، نظام ((QZSSالياباني. التعزيزات. المقاييس القابلة للرصد في نظام GPS، الإجراءات التقديرية، وسيلة الانتقال، النموذج الرياضي للمقاييس القابلة للرصد في نظام GPS، أساليب معالجة بيانات GPS. التطبيقاتوأمثلة على تحليل بيانات GPS بالإضافة إلى بيانات جيوديسية فضائية أخرى.

E. Space Weather Effects and Mitigation

تأثيرات الطقس في الفضاء والتخفيف منها

Types of space weather, Space weather components, Impacts of space weather, Space weather scales, Remote and in-situ monitoring/measurement of space weather, Modelling, Space Climate: Space climate drivers, solar and anthropogenic, Measurement of space climate, Impacts of space climate change, Modelling, Protection, Mitigation, space traffic management, remediation and space sustainability. Geophysical consequences of eruptive space weather, Observation/detection and forecasting space weather near earth, Effects of space weather on aircraft operations, Space Weather Agencies.

أنواع الطقس الفضائي، مكونات الطقس الفضائي، تأثيرات الطقس الفضائي، مقاييس الطقس الفضائي، رصد وقياس الطقس الفضائي عن بُعد وفي الموقع، النمذجة، المناخ الفضائي: محركات المناخ الفضائي، الشمسية والبشرية، قياس المناخ الفضائي، تأثيرات تغير المناخ الفضائي، النمذجة، الحماية، التخفيف، إدارة حركة الفضاء، تصحيح واستدامة الفضاء. العواقب الجيوفيزيائية لظواهر الطقس الفضائي المنفجرة، رصد وكشف وتنبؤ بالطقس الفضائي بالقرب من الأرض، تأثيرات الطقس الفضائي على عمليات الطائرات، وكالات الطقس الفضائي.

F. Earth's Atmosphere

الغلاف الجوي للأرض

Basic concept of different layers of our atmosphere and their coupling, Composition of troposphere, Lapse rate, Hydrostatic equation, Basic concepts of Thermodynamics, Basic concept of radiation, Solar parameters and solar constant. Composition of Stratosphere, Ozone hole over

المفهوم الأساسي للطبقات المختلفة في غلافنا الجوي وتداخلها، تركيب الطبقة الجوية السفلى، معدل الانخفاض، المعادلة الهيدروستاتيكية، مفاهيم أساسية لعلم الحرارة، المفهوم الأساسي للإشعاع، معلمات الشمس والثابت الشمسي. تركيب الطبقة الستراتوسفيرية، حفرة

Antarctica and different theories, Atmospheric response due to different pollutant. Different calamities and Recent climate change, Basic concept of Lightning activity, Earthquake, Heat stroke, Thunderstorm, Cyclone and flood.

الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية والنظريات المختلفة حولها، استجابة الغلاف الجوي للملوثات المختلفة. الكوارث المختلفة وتغيرات المناخ الأخيرة، المفهوم الأساسي لنشاط البرق، الزلزال، الضربة الحرارية، العاصفة الرعدية، الإعصار، والفيضان.

G. Remote Sensing & GIS

الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية

Fundamentals & Physics of Remote Sensing: Concept and Scope of Remote Sensing: Definitions, Process and Characteristics of Remote Sensing System, Advantages and limitations, Electromagnetic Radiation (EMR), Sensor materials, Sensor System, Types and Characteristics of Sensor, Remote Sensor Platforms and Satellite Orbits, Fundamentals of Geographic Information System (GIS): Basic Concepts: definition of GIS, Components of GIS, Variables - points, lines, polygon, Functionality of GIS, Areas of GIS application, Advantage and Limitation of GIS, GIS Data .GIS and Digital Cartography, Map Scales, Measurement of Geographic Variables, Digital Mapping, Dynamic Mapping, Map Production, Visualization of geospatial data- 2D and 3D visualization.

أساسيات وفيزياء الاستشعار عن بعد: مفهوم ونطاق الاستشعار عن بعد: التعريفات، عملية وخصائص نظام الاستشعار عن بعد، مزايا وقيوده، الإشعاع الكهرومغناطيسي ((EMR، مواد الاستشعار، نظام الاستشعار، أنواع وخصائص الاستشعار، منصات الاستشعار عن بعد ومدارات الأقمار الصناعية، أساسيات نظام المعلومات الجغرافية (:GISمفاهيم أساسية: تعريف نظام المعلومات الجغرافية، مكونات نظام المعلومات الجغرافية، المتغيرات - نقاط، خطوط، مضلعات، وظائف نظام المعلومات الجغرافية، مجالات تطبيق نظام المعلومات الجغرافية، مزايا وقيود نظام المعلومات الجغرافية، بيانات نظام المعلومات الجغرافية. نظام المعلومات الجغرافية والخرائط الرقمية، مقياس الخرائط، قياس المتغيرات الجغرافية، رسم الخرائط الرقمية، رسم الخرائط الديناميكي، إنتاج الخرائط، تصور البيانات الجغرافية - التصور ثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد.

H. Artificial Intelligence of Space Technology

الذكاء الاصطناعي في تكنولوجيا الفضاء

In this course students will learn how to employ Artificial Intelligence (AI) in different space applications such as: Assistants and robots, Intelligence navigation system, Satellite data processing, Mission design and operations, Mission strategy. Data analysis using machine learning (ML), and Deep learning (DL). Machine learning in relative spacecraft and satellite motion control.

في هذا المساق، سيتعلم الطلاب كيفية استخدام الذكاء الاصطناعي في تطبيقات الفضاء المختلفة مثل: المساعدين والروبوتات، نظام الملاحة الذكي، معالجة بيانات الأقمار الصناعية، تصميم وتشغيل المهام، استراتيجية المهمة. تحليل البيانات باستخدام التعلم الآلي والتعلم العميق .التعلم الآلي في مراقبة الحركة النسبية للمركبات الفضائية والأقمار الصناعية.

I. IoT for Space Applications

انترنت الأشياء لتطبيقات الفضاء

Introduction and Background to Data Communications, Internetworking and Routing, Multicast and multicast

مقدمة وتمهيد لاتصالات البيانات، التواصل بين الشبكات والتوجيه، البث المتعدد وتوجيه البث المتعدد، جودة خدمة

routing, IP Quality of Service, enabling components of IoT systems, wireless standards for short and long M2M communication, architectures and tools for data storage and processing, Finally, the course will explore techniques for the valorization of sensor data and knowledge extraction from large IoT deployments and crowd-sensing environments, through the application of machine-learning and data-analytics techniques (e.g. time-series prediction, classification, clustering, anomaly detection, etc.). Current open issues, like scalability, data interoperability (with a special focus on Web-of Things approaches) and energy-efficiency.

بروتوكول الإنترنت ، مكونات تمكين أنظمة الإنترنت من الأشياء ، معايير اللاسلكي لاتصال الأجهزة للتواصل على مسافات قصيرة وطويلة في الاتصال بين الأشياء ، الهندسة المعمارية وأدوات تخزين ومعالجة البيانات، وأخيراً، ستستكشف الدورة تقنيات تسويق بيانات الاستشعار واستخراج المعرفة من مشروعات الإنترنت من الأشياء الكبيرة وبيئات الاستشعار الجماعي، من خلال تطبيق تقنيات التعلم الآلي وتحليل البيانات (مثل توقع السلاسل الزمنية، التصنيف، التجميع، اكتشاف الشذوذ، إلخ). القضايا المفتوحة الحالية، مثل قابلية التوسع، التوافق بين البيانات (مع التركيز الخاص على نهج شبكة الأشياء) وكفاءة استهلاك الطاقة.

J. Space Technology Project (Elective)

مشروع في تكنولوجيا الفضاء

The space industry is demanding for space systems engineers with hands-on experience. The course imparts the basics of the methodical detailed design and test of space equipment from a hands-on perspective. A focus is set on applying practical skills in mechanical, electrical, and software design in the scope of a space project. The students shall be able to design and test hardware and software on a component, subsystem or system level.

العمل في مجال الفضاء يتطلب مهندسي نظم الفضاء ذوي الخبرة العملية. يقدم المساق أسس التصميم المفصل المنهجي واختبار المعدات الفضائية من وجهة نظر عملية. يتم التركيز على تطبيق المهارات العملية في التصميم الميكانيكي والكهربائي والبرمجيات في نطاق مشروع فضائي. يجب أن يكون بإمكان الطلاب تصميم واختبار الأجهزة والبرمجيات على مستوى المكون أو النظام أو النظام الفرعي.

K. Information Theory and Channel Coding

نظرية المعلومات والترميز

General Introduction Information theory: various entropy definitions and uses, channel capacity, source coding. Groups, Review of Galois field arithmetic and Vector Spaces. Data rate, coding rate, coding gain. Linear block codes. Cyclic codes, error trapping, decoding of cyclic codes. BCH codes, majority-logic decoding of cyclic codes, finite geometry codes, burst error correcting codes. Convolutional codes. Maximum likelihood decoding. sequential decoding and majority-logic decoding of convolutional codes. Burst error correcting convolutional codes. Automatic repeat request strategies. Trellis coded modulation. Turbo codes. Low density parity check codes (LDPC). Coding/Decoding in 5G systems. Decode acceleration. Hardware complexity /cost. Selection of coding schemes and error performance. Coded modulation schemes: scenarios.

مقدمة عامة في نظرية المعلومات: تعاريف الإنتروبي المتنوعة واستخداماتها، سعة القناة، ترميز المصدر. المجموعات، استعراض لحسابات حقل غالوا والفضاءات المتجهة. معدل البيانات، معدل الترميز، ربح الترميز. رموز الكتل الخطية. رموز دورية، اصطياد الأخطاء، فك ترميز الرموز الدورية. رموزBCH ، فك ترميز الأغلبية للرموز الدورية، رموز الهندسة النهائية، رموز تصحيح أخطاء الاندفاع. رموز الترميز التداخلي. فك ترميز الاحتمال الأقصى. فك ترميز تسلسلي وفك ترميز الأغلبية لرموز الترميز التداخلي. رموز الترميز التداخلي لتصحيح أخطاء الاندفاع. استراتيجيات الطلب التلقائي للتكرار. ترميز الشبكة المشفرة. رموز تيربو. رموز التحقق من الزوجية والكثافة المنخفضة. ترميز/فك ترميز في نظم الجيل الخامس. تسريع فك الترميز.

تعقيد/تكلفة الأجهزة. اختيار مخططات الترميز وأداء
الأخطاء. مخططات الترميز المشفر: سيناريوهات.

أ: مسار الرسالة: (15 ساعة معتمدة أجباري و 9 ساعات معتمدة اختياري).

❖ **المساقات الأجبارية**

الرقم	اسم المساق	اجباري	اختياري	الساعات المعتمدة
1	أساسيات تكنولوجيا الفضاء	√		3
2	الاتصالات عبر الأقمار الصناعية	√		3
3	أنظمة الملاحة وتحديد المواقع عبر الأقمار الصناعية	√		3
4	أنظمة الأتصالات الفضائية	√		3
5	منهجية البحث	√		3

❖ **المساقات الأختيارية**

الرقم	اسم المساق	اجباري	اختياري	الساعات المعتمدة
1	الذكاء الاصطناعي في تكنولوجيا الفضاء		√	3
2	أنظمة الملاحة الفضائية العالمية		√	3
3	تأثيرات الطقس في الفضاء والتخفيف منها		√	3
4	الغلاف الجوي للأرض		√	3
5	الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية		√	3
6	نظرية المعلومات والترميز		√	3
7	انترنت الأشياء لتطبيقات الفضاء		√	3
8	مشروع في تكنولوجيا الفضاء		√	3
9	معالجة الإشارات الرقمية المتقدمة لاتصالات الفضاء		√	3
10	الاتصالات الضوئية في الفضاء المفتوح		√	3
11	أجهزة وأدوات الاستشعار الفضائية		√	3

ب: مسار الامتحان الشامل: (24 ساعة معتمدة اجبارية و 9 ساعات معتمدة اختيارية).

❖ **المساقات الأجبارية**

الرقم	اسم المساق	اجباري	اختياري	الساعات المعتمدة
1	أساسيات تكنولوجيا الفضاء	√		3
2	الاتصالات عبر الأقمار الصناعية	√		3
3	أنظمة الملاحة وتحديد المواقع عبر الأقمار الصناعية	√		3
4	أنظمة الأتصالات الفضائية	√		3
5	منهجية البحث	√		3
6	معالجة الإشارات الرقمية المتقدمة لاتصالات الفضاء	√		3
7	الاتصالات الضوئية في الفضاء المفتوح	√		3
8	أجهزة وأدوات الاستشعار الفضائية	√		3

❖ **المساقات الأختيارية**

الرقم	اسم المساق	اجباري	اختياري	الساعات المعتمدة
1	الذكاء الاصطناعي في تكنولوجيا الفضاء		√	3
2	أنظمة الملاحة الفضائية العالمية		√	3
3	تأثيرات الطقس في الفضاء والتخفيف منها		√	3
4	الغلاف الجوي للأرض		√	3
5	الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية		√	3
6	نظرية المعلومات والترميز		√	3
7	انترنت الأشياء لتطبيقات الفضاء		√	3
8	مشروع في تكنولوجيا الفضاء		√	3