

## PLANO DE ENSINO

<b>Identificação da disciplina e dos dados da oferta</b>
Código e nome da disciplina: ELC1148 COMUNICAÇÕES ESTRATÉGICAS
Curso: Engenharia de Telecomunicações
Turma:
Docente responsável: Fernando Cesar Comparsi De Castro
Ano/período: 2022/I
Objetivos da disciplina (de acordo com o projeto pedagógico do curso):
Sistemas de comunicações estratégicas são de fundamental interesse no âmbito de políticas de defesa, dado que tais sistemas transportam e processam informações que são cruciais para a defesa de um país no contexto geopolítico. Um aspecto fundamental de comunicações estratégicas no âmbito da guerra eletrônica é que alvos estratégicos de um determinado país, mesmo em "tempos de paz", podem ser tão vulneráveis quanto alvos de comando, controle e comunicações presentes em um cenário de guerra convencional. As tecnologias envolvidas se caracterizam por rápida e continuada evolução. Dentre o amplo espectro de tecnologias compreendidas em comunicações estratégicas, a presente disciplina dedica-se ao estudo e à compreensão dos conceitos e princípios fundamentais de guerra eletrônica, <i>array processing</i> e sistemas de radar.
Carga horária: 60 horas - aula
Conteúdo programático (de acordo com o projeto pedagógico do curso):
<p>UNIDADE 1 - Fundamentos de guerra eletrônica</p> <p>1.1 - Conceitos básicos de guerra eletrônica</p> <p>1.2 - Detecção de sinais-ameaça (<i>threat signals</i>)</p> <p>1.3 - Sinais LPI (<i>Low Probability of Intercept</i>)</p> <p>1.4 - Localização de emissores</p> <p>1.5 - <i>Jamming</i></p> <p>UNIDADE 2 - <i>Array Processing</i></p> <p>2.1 - Fundamentos de <i>array processing</i></p> <p>2.2 - <i>Phased arrays</i></p> <p>2.3 - <i>Beamforming</i></p> <p>2.4 - <i>Direction of Arrival</i> – MUSIC (<i>Multiple Signal Classification</i>)</p> <p>2.5 - <i>Direction of Arrival</i> – ESPRIT (<i>Estimation of Signal Parameter via Rotational Invariance Technique</i>)</p> <p>UNIDADE 3 - Sistemas de RADAR</p> <p>3.1 - Radar AESA (<i>Active Electronically Steered Array</i>).</p> <p>3.2 - Radar de abertura sintética</p> <p>3.3 - Radar OTH (<i>Over the Horizon</i>)</p> <p>3.4 - Radar LPI (<i>Low Probability of Intercept</i>)</p>
<p><b>Bibliografia básica (de acordo com o projeto pedagógico do curso):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Manolakis, Dimitris G. <b>Statistical and adaptive signal processing : spectral estimation, signal modeling, adaptive filtering, and array processing</b>. Artech House, 2005.</li> <li>Balanis, Constantine A. <b>Antenna theory : analysis and design 4th</b> , Wiley, 2016.</li> </ul>

- Cumming, Ian G. **Digital processing of synthetic aperture radar data : algorithms and implementation 2<sup>nd</sup>** , Artech House, 2005.

#### **Bibliografia complementar (de acordo com o projeto pedagógico do curso):**

- Skolnik, Merrill Ivan, **Introduction to radar systems 3<sup>rd</sup>** , McGrawHill, 2001.
- Ulaby, Fawwaz , **Microwave remote sensing : active and passive**, Artech House, 1986.

#### **Bibliografia auxiliar:**

- Material didático disponibilizado em <http://www.fccdecastro.com.br/download.html> .

#### **Descrição do plano**

##### **Metodologia:**

Aulas expositivas com conteúdo ministrado através de texto didático em formato pdf disponibilizadas em <http://www.fccdecastro.com.br/download.html>. São apresentados conceitos teóricos e aplicações. Ao final de cada módulo relevante do conteúdo um conjunto de exemplos e exercícios é resolvido. Um conjunto adicional de exercícios e problemas é sugerido ao aluno como *homework* para serem resolvidos no âmbito do paradigma *computer-assisted problem solving*. Dúvidas serão dirimidas por e-mail e/ou via google meet nos horários alocados para a disciplina. Para cada uma das duas provas P1 e P2 haverá um conjunto de exercícios e problemas a ser resolvido a título de *homework*. A solução dos referidos problemas e exercícios pelo aluno corresponderá à 10% do grau final. A disciplina é oferecida integralmente na modalidade EAD, dentro do semestre letivo 2022/I.

##### **Cronograma estimado de atividades:**

	<b>Atividade</b>
12/04	Apresentação da disciplina.
15/04	<b>FERIADO</b>
19/04	Suporte Eletrônico (ES), Ataque Eletrônico (EA) e Proteção Eletrônica (EP). Metas e ações em um cenário de operações de guerra eletrônica (EW – <i>Electronic Warfare</i> ). Diagrama de blocos de um sistema básico de comunicações para EW. (IW- <i>information warfare</i> ). O espectro eletromagnético em um cenário de operações de EW. Detecção de sinais de radar.
22/04	<b>FERIADO</b>
26/04	<i>Target range</i> , <i>maximum unambiguous range</i> , <i>minimum range</i> e <i>range resolution</i> . O espectro de sinais de radares pulsados e o espectro de sinais <i>chirp</i> . O espectro de radares FMCW. <i>Target range</i> de radares FMCW. Compensação do desvio Doppler.
29/04	Detecção de sinais de comunicações. Modulações digitais. Cenário de EW net-centric com nós da rede localizados em satélites LEO/MEO/geoestacionários. Enlaces com UAVs. Enlaces táticos. Triangulação de emissores de radiação eletromagnética (EM). Sinais LPI ( <i>low probability of intercept</i> ) – <i>Frequency Hopping</i> . <i>Slow Hopping</i> e <i>Fast Hopping</i> .

03/05	Sinais <i>chirp</i> . <i>Wide linear sweep</i> e <i>Chirp on Each Bit</i> . Detecção do sinal <i>chirp</i> através de filtro casado.
06/05	Sinais <i>Direct Sequence Spread Spectrum</i> (DS-SS). <i>Spreader</i> e <i>despreader</i> . Ganho de processamento. <i>Rake receiver</i> . Códigos PN ( <i>pseudo noise</i> ). Geradores da sequência de <i>chips</i> . Arquitetura de um TX-RX DS-SS. Detecção da sequência de <i>chips</i> .
10/05	Localização de emissores de radiação EM. Interferômetro. TDOA.
13/05	<i>Jamming</i> . A importância do padrão de irradiação e da polarização do sistema antenas. <i>Jamming-to-Signal Ratio</i> – $J/S$ . <i>Stand-in Jamming</i> . <i>Jamming</i> de enlaces analógicos e digitais. <i>Jamming</i> de sinais <i>Spread Spectrum</i> (SS). <i>Jamming</i> em banda parcial. <i>Jamming</i> de sinais <i>Frequency Hopping</i> (FH). <i>Jamming</i> de sinais <i>chirp</i> . <i>Jamming</i> de sinais <i>Direct Sequence Spread Spectrum</i> (DS-SS).
17/05	FERIADO
20/05	Fundamentos de <i>array processing</i> .
24/05	O dipolo como elemento de um <i>array</i> .
27/05	Diretividade e Ganho, Área de Recepção, Enlace.
31/05	<i>Phased Arrays</i> .
03/06	<i>Phased Arrays</i> com elementos do tipo dipolo.
07/06	ULA – <i>Uniform Linear Array</i> .
10/06	ESA – <i>Electronic Steered Array</i> .
14/06	<i>Beamforming</i> .
17/06	FERIADO
21/06	<i>Beamforming</i> .
24/06	P1 e entrega da solução dos exercícios e problemas dos <i>homeworks</i> p/ a P1.
28/06	Onda EM incidente em um <i>array</i> de dipolos.
01/07	Onda EM incidente em um <i>array</i> de dipolos.
05/07	<i>Direction of Arrival</i> – MUSIC.
08/07	<i>Direction of Arrival</i> – MUSIC.
12/07	<i>Direction of Arrival</i> – ESPRIT.
15/07	<i>Direction of Arrival</i> – ESPRIT.
19/07	Introdução a sistemas de radar, <i>range</i> máximo, compressão de pulso com códigos de Barker.
22/07	Radar AESA ( <i>Active electronically steered array</i> ).
26/07	Radar OTH ( <i>over the horizon</i> ).
29/07	Radar OTH ( <i>over the horizon</i> ).
02/08	Radar de abertura sintética.
05/08	Radar de abertura sintética.
09/08	Radar LPI ( <i>low probability of intercept</i> )
12/08	<i>Jamming</i> de sinais de radar.
16/08	P2 e entrega da solução dos exercícios e problemas dos <i>homeworks</i> p/ a P2.
19/08	Dúvidas sobre a matéria do EXAME.
23/08	EXAME

**Atividades práticas:**

Simulação e análise de aplicações e situações operacionais de comunicações estratégicas em software Matlab (Ou similar – MathCad, Wolfram, ou, eventualmente, calculadora programável). Estas atividades referem-se aos *homeworks* a serem resolvidos no âmbito do paradigma *computer-assisted problem solving* – vide seção “Metodologia”. A totalidade das atividades práticas ocorre na modalidade EAD, dentro do semestre letivo 2022/I.

**Critérios de avaliação:**

$$\text{GrauFinal} = \frac{4.5P1 + 4.5P2 + H}{10}$$

onde

O valor do GrauFinal será atribuído ao valor do grau da “Primeira Avaliação” e simultaneamente ao valor do grau da “Segunda Avaliação” no sistema de registro de notas da UFSM.

**Graus P1 e P2:** Graus respectivamente referentes à solução das provas P1 e P2, provas que serão resolvidas de forma **individual** no domicílio do aluno.

**Diretrizes p/ as provas P1 e P2:** O enunciado da prova será enviado ao e-mail do aluno registrado no sistema da UFSM, a partir do e-mail [fccdecastro@outlook.com](mailto:fccdecastro@outlook.com). A data da entrega da solução da prova estará especificada no enunciado da mesma e a solução deverá ser enviada para o e-mail [fccdecastro@outlook.com](mailto:fccdecastro@outlook.com) a partir do e-mail do aluno registrado no sistema da UFSM.

A solução das questões deve ser feita de forma **manuscrita**, exceto os gráficos.

A solução da prova deve ser enviada em arquivo formato .pdf, .jpg, .png ou .tif. Atentar para a iluminação, contraste e resolução da solução, para efeito de ser garantida a legibilidade da mesma. Em sendo recebido o e-mail do aluno referente à solução da prova, um *reply* de confirmação do recebimento será enviado ao e-mail do aluno a partir do e-mail [fccdecastro@outlook.com](mailto:fccdecastro@outlook.com).

Ordenar sequencialmente os procedimentos/resultados parciais de forma coerente, mantendo a relação causa–consequência no encadeamento sequencial das ideias expressas na escrita da solução da prova. Cada resultado/valor numérico deve ser acompanhado da respectiva unidade dimensional (se houver), e deve ser precedido da equação analítica/algébrica que deu origem ao resultado. Cada equação analítica/algébrica deve ser precedida da identificação dos valores numéricos que foram utilizados na equação. **Não serão pontuadas as soluções parciais e/ou globais que apresentarem somente o resultado sem o devido desenvolvimento analítico/algébrico.**

Cada gráfico (se houver) deve ser apresentado com uma legenda descrevendo o seu significado e a sua interpretação no contexto da solução do item da questão.

Deve ser entregue juntamente com a solução de cada questão o **arquivo original** do *script*, *workspace*, código fonte, etc. do software utilizado para solucionar a questão. Não será pontuada a solução de questão em que for entregue somente o *script*, *workspace*, código fonte, etc., sem incluir o devido desenvolvimento referido nas diretrizes acima.

Atentar para a individualidade da solução da prova: Itens da solução da prova que forem absolutamente idênticos em duas provas não serão pontuados em ambas.

A correção/avaliação das provas será enviada em formato pdf ao e-mail do aluno registrado no sistema da UFSM.

**Grau H - Homeworks:** Grau referente à média aritmética obtida na solução do conjunto de todos os exercícios e problemas propostos em aula como *homeworks*, exercícios e problemas que são pertinentes e respectivos à matéria ministrada para as provas P1 e P2.

O enunciado de cada *homework* será enviado por e-mail aos alunos em momentos oportunos ao longo do semestre letivo. A solução do *homework* deverá ser entregue na data indicada no enunciado do mesmo e deve seguir as mesmas diretrizes para a solução e entrega das provas P1 e P2 explicitadas em “**Diretrizes p/ as provas P1 e P2**” acima.

**Homework, prova e/ou exercício entregue fora do prazo:** Será aplicado o fator  $0.8^d$  à nota final do mesmo, sendo  $d$  o número de dias de atraso na entrega, incluindo dias úteis e não-úteis transcorridos até a entrega.

**Presença:** O número de presenças/faltas será computado a partir da participação do aluno nas atividades da disciplina. É considerado “atividade da disciplina” para efeito de presença a entrega da solução dos *homeworks* nas datas aprazadas, a entrega da solução das provas P1 e P2 nas datas aprazadas, bem como a participação em *calls* através de *google-meet* referidas acima na seção “Metodologia”.

Informações complementares:

O docente responsável está à disposição dos alunos através do e-mail [fccdecastro@outlook.com](mailto:fccdecastro@outlook.com).

Página para download de material didático:  
<http://www.fccdecastro.com.br/download.html>