

MESTRADO/DOCTORADO EM TELECOMUNICAÇÕES PLANO DE ENSINO

Em função da Pandemia de Covid-19, as aulas do segundo semestre inicialmente serão ministradas de forma online e síncrona (nos horários já definidos), por meio do programa *Microsoft Teams*. As aulas serão gravadas e o controle de presença será efetuado de acordo com o registro automaticamente realizado no *Microsoft Teams*. As aulas presenciais serão retomadas de acordo com a determinação da Direção do Inatel.

I – Identificação

Disciplina: Transmissão Digital - TP537

Período: 2º semestre 2020

Carga Horária: 60 horas

Docente: Dayan Adionel Guimarães.

II – Objetivos

Ao final do curso o aluno deverá ser capaz de:

- Demonstrar, por meio de aproveitamento adequado nas avaliações, ter adquirido conhecimento sobre o conteúdo ministrado.
- Realizar estudos mais avançados sobre os assuntos ministrados na disciplina ou sobre temas correlacionados.

III – Ementa

Canais de comunicação, Transmissão em banda base, Representação e análise do espaço de sinais, Modulações digitais, Transmissão em banda larga. Tópicos especiais.

IV – Bibliografia (as referências em negrito são as necessárias)

- [1] **GUIMARÃES, D. A., Digital Transmission: A Simulation-Aided Introduction with VisSim/Comm. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer Verlag, December 2009.**
- [2] GUIMARÃES, D. A. e de SOUZA, R. A. A., Transmissão Digital - Princípios e Aplicações. São Paulo, Brasil: Editora Érica, 2012.
- [3] HAYKIN, S., Communication Systems, 4th Edition. New York, USA: John Wiley and Sons, Inc., 2001.
- [4] PROAKIS, J. G., Digital Communications, 3rd Edition, New York USA: McGraw Hill, Inc., 1995.
- [5] **GUIMARÃES, D. A. (2020). Complex Envelope Based Modems: A Tutorial. Journal of Communication and Information Systems, 35(1), 34-50. <https://doi.org/10.14209/jcis.2020.4>**

V - Programa

Assunto	Carga horária
1. Canais de comunicação	10 h
1.1. Canal AWGN. Canais discretos sem memória. Canais discretos com memória. Canais de comunicação com fio. Canal terrestre de comunicação em microondas. Modelos espaciotemporais de canal. Outros canais de comunicação. Obs.: <i>estes tópicos serão cobertos por meio de estudo dirigido.</i>	2 h
1.2. Canais de comunicação sem fio externos.	8 h
2. Transmissão em banda base	12 h
2.1. Códigos de linha.	1 h
2.2. Sinalização M-PAM.	1 h
2.3. Detecção de pulsos em banda base sob ruído AWGN.	2 h
2.4. Filtro casado e correlator.	1 h
2.5. Critérios MAP e MV.	1 h
2.6. Análise de probabilidade de erro.	2 h
2.7. Interferência intersimbólica (critério de Nyquist, formatação de pulsos para interferência intersimbólica nula).	2 h
2.8. Diagrama de olho de diagrama da banheira (<i>bathtub diagram</i>).	1 h
2.9. Equalização de canal ZF e LMS.	1 h
3. Representação e análise do espaço de sinais	8 h
3.1. Representação geométrica de sinais.	1 h
3.2. Dimensionalidade de um sinal e de um espaço de sinais.	1 h
3.3. Ortogonalização de Gram-Schmidt.	1 h
3.4. Receptor de MV (caracterização estatística das saídas do circuito detector, receptor genérico para canal AWGN).	2 h
3.5. Análise de probabilidade de erro (invariância com rotação e translação, limitante de união, relação entre probabilidade de erro de símbolo e probabilidade de erro de bit).	2 h
3.6. Receptor MV para canais com IIS.	1 h
4. Modulações digitais	16 h
4.1. Modulações digitais básicas.	1 h
4.2. Detecção coerente e não coerente.	1 h
4.3. Eficiência espectral e eficiência de potência.	1 h
4.4. Modulações M-PSK com detecção coerente (Espaço de sinais, Tx, Rx, PSD, eficiência espectral, BER e SER).	2 h
4.5. Modulações M-QAM com detecção coerente (Espaço de sinais, Tx, Rx, PSD, eficiência espectral, BER e SER).	2 h
4.6. Modulações M-FSK com detecção coerente (Espaço de sinais, Tx, Rx, PSD, eficiência espectral, BER e SER).	1 h
4.7. Efeitos de amplificação não linear em sinais modulados.	1 h
4.8. Modulações especiais (GMSK, OQPSK e $\pi/4$ DQPSK) (Espaço de sinais, Tx, Rx, PSD, eficiência espectral, BER e SER).	2 h
4.9. Modulações M-FSK com detecção não coerente.	1 h
4.10. Modulação DBPSK com detecção diferencialmente coerente.	1 h
4.11. Sincronismo de portadora (estimação de parâmetros, estimação de MV da fase da portadora, PLL, Costas Loop, dispositivo em potência de M para sinais M-PSK,	1 h

regras para M-FSK e M-QAM).	
4.13. Sincronismo de símbolo (sincronizador early-late).	1 h
4.14. Desempenho de modulações em canal com desvanecimento.	1 h
5. Transmissão em banda larga	4 h
5.1. Noções sobre espalhamento espectral (atributos, sequências de espalhamento, técnica DS-SS, técnica FH-SS, ganho de processamento e margem contra interferências.).	4 h
6. Tópicos especiais	10 h
6.1. Essa parte do curso é destinada a cobrir tópicos relacionados à disciplina de acordo com seu apelo em termos de interesse para a pesquisa no momento que a disciplina for ministrada. Atualmente o tópico especial versa sobre Modems Baseados em Envoltória Complexa.	10 h

VI – Critério de Avaliação

Duas provas com pesos iguais. O conceito final será estabelecido com base na média ponderada das notas (entre 0 e 100), de acordo com a regra:

Média < 50 → Conceito D
50 ≤ Média < 70 → Conceito C
70 ≤ Média < 85 → Conceito B
Média ≥ 85 → Conceito A

As provas serão elaboradas buscando equilíbrio entre os seguintes tipos de questões:

- Aplicação dos conceitos apresentados em sala na solução de problemas.
- Aplicação dos conceitos na modelagem de problemas novos.
- Provas matemáticas de importância relevante ao conteúdo da disciplina

VII – Recomendação

Espera-se que acompanhamento do curso seja natural para os alunos que já cursaram TP501 ou disciplina sobre transmissão digital da graduação. Para aqueles que estão cursando TP501 em paralelo com TP537, recomenda-se esforço adicional no sentido de revisar conceitos por meio do Capítulo 1 do livro texto. Alguns conceitos sobre Sinais e Sistemas Lineares também são necessários e podem ser revisados por meio do Capítulo 2 do livro texto. Embora seja uma disciplina de caráter introdutório, TP537 é fundamental para estudos mais aprofundados sobre o tema central e apresenta um volume bastante elevado de conteúdo e de conceitos que demandam estudo constante.