

INATEL - Instituto Nacional de Telecomunicações
ICC EC - INATEL Competence Center Educação Continuada



PORTFÓLIO CURSOS INATEL ICC-EC 2023

Sumário

1	Sistemas Móveis Celulares	1
1.1	Introdução aos Sistemas Móveis Celulares	1
1.2	Introdução a Rede LTE/SAE	2
1.3	LTE <i>Signaling</i>	3
1.4	5G: Introdução à Quinta Geração, Aplicações e Tendências	4
1.5	5G: Sistemas <i>New Radio</i>	5
1.6	5G <i>Core Network</i>	6
1.7	5G: Procedimentos de Rede – Modo NSA (<i>Non Stand Alone</i>)	6
1.8	5G: Procedimentos de Rede – Modo SA (<i>Stand Alone</i>)	7
1.9	Tecnologias Facilitadoras para 5G NR	8
1.10	5G: Fundamentos de MIMO massivo e <i>Beamforming</i>	8
1.11	5G NR: Conceitos e Aplicações em Ondas Milimétricas (mmWave)	9
1.12	5G NR: Coexistência entre Sistemas Terrestres e Satelitais	10
1.13	IMS para VoLTE (<i>Voice Over LTE</i>) e VoNR (<i>Voice Over New Radio</i>)	10
1.14	Evolução das Redes 5G	11
1.15	Introdução ao Planejamento de Redes de Acesso Móvel 4G e 5G	12
1.16	Planejamento de Redes LTE/5G NR	12
1.17	Princípios de Planejamento <i>Indoor</i> para Redes LTE e 5G NR	13
1.18	Conceitos de Segurança em Redes 5G	13
1.19	Inteligência Artificial (IA) Aplicada ao 5G	14
1.20	Fundamentos de <i>blockchain</i> em 5G	14
1.21	5G <i>Mobile Edge Computing</i>	15
1.22	Instalador 5G Profissional	17
2	Internet das Coisas	19
2.1	Soluções de comunicação para IoT	19
2.2	5G IoT Aplicações	20
2.3	NB-IoT Tecnologias, Protocolos e Segurança	20
2.4	NB-IoT Aplicado	21
3	Inteligência Artificial e Ciência de Dados	23
3.1	Fundamentos da Aprendizagem de Máquina (<i>Machine Learning</i>)	23
3.2	Aprendizado de Máquina Avançado	24
3.3	Ciência de Dados – Princípios e Aplicações	26
3.4	Introdução à Linguagem R	26
3.5	Especialização em Ciência de Dados	27
3.6	Processamento de Imagens: Fundamentos	28
3.7	Processamento de Imagens: Preparação e Processamento	28
3.8	Processamento de Imagens: Aplicação	29

4	Sistema de Telecomunicações	30
4.1	Modulação Digital: Fundamentos e Simulações	30
4.2	Sistemas de Comunicações Multiportadora - OFDM	31
4.3	Propagação em Comunicações sem Fio	31
4.4	Engenharia de Antenas: Fundamentos e Aplicações	32
4.5	Projeto e Análise de Rádio Enlaces Digitais Terrestre	34
5	Comunicações Ópticas	36
5.1	Princípios e Planejamento DWDM	36
5.2	Fibras Ópticas – Visão Geral	37
5.3	Projeto de redes FTTx	38
6	Redes de Dados	40
6.1	TCP/IP Protocolos e Aplicações	40
6.2	Voz e Vídeo sobre IP (VoIP)	42
6.3	Rede Virtual Privada – VPN	44
6.4	Pilares da Comunicação Segura	45
6.5	Protocolos de Comunicação Segura	46
6.6	Segurança de Infraestrutura	47
7	Automação Industrial	48
7.1	CLP – Configuração e Programação Básica	48
7.2	CLP – Configuração e Programação Avançada	49
7.3	Fundamentos de <i>Ethernet/IP</i>	50
8	Associação Profibus PITS	51
8.1	Fundamentos de Profibus	51
8.2	Comunicação Industrial com Profibus	52
8.3	Análise e Manutenção de Redes Profibus DP e PA	52
8.4	Instalador Profibus Certificado	54
8.5	Engenheiro e Instalador Profibus Certificado	55
8.6	Engenheiro Profibus PA Certificado	57
8.7	Fundamentos de Profinet	59
8.8	Comunicação Industrial com Profinet	59
8.9	Introdução ao Profinet PA	60
8.10	Engenheiro Profinet Certificado	61
8.11	Fundamentos de AS-Interface	63
8.12	Comunicação Industrial com AS-Interface	63
8.13	Fundamentos de IO-Link	64
Anexo A	Controle de versões	66

Sistemas Móveis Celulares

1.1 Introdução aos Sistemas Móveis Celulares



8 horas



Teórico

Objetivo: Apresentar os conceitos básicos para o entendimento de uma rede celular e sua evolução, bem como apresentar os padrões para redes celulares 2G, 2.5G (GSM e GPRS/EDGE) 3G e 3.5G (WCDMA e HSPA).

Pré-requisito: Ter conhecimentos básicos sobre modulação digital e sistemas de transmissão digital.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem de conhecimento básico sobre redes celulares 2G, 2.5G (GSM e GPRS/EDGE) 3G e 3.5G (WCDMA e HSPA).

Ementa:

- 1) Introdução
 - 1) Conceitos básicos de redes celulares
 - 2) Canal rádio móvel
 - 3) Partes funcionais de um sistema móvel celular
 - 4) Características dos métodos de múltiplo acesso (FDMA, TDMA e CDMA)
 - 5) Histórico e evolução dos sistemas celulares
- 2) Sistema celular GSM/GPRS/EDGE
 - 1) Fases da evolução do sistema GSM
 - 2) Características do método de múltiplo acesso empregado no GSM/GPRS/EDGE
 - 3) Arquitetura de rede GSM: NSS (*Network Switching Subsystem*), BSS (*Base Station Subsystem*), OSS (*Operation and Support Subsystem*) e MS (*Mobile Station*)
 - 4) Arquitetura de rede GPRS/EDGE
 - 5) Modos de operação de rede
- 3) Sistemas WCDMA/HSDPA
 - 1) Características gerais do sistema WCDMA
 - 2) Espalhamento espectral e múltiplo acesso

- 3) Arquitetura da rede UMTS
- 4) Conceito de *handover*: *soft*, *softer*, *hard*
- 5) Características do sistema HSPA

1.2 Introdução a Rede LTE/SAE



12 horas



Teórico

Objetivo: Apresentar os conceitos básicos sobre o núcleo de rede 4G e o detalhamento sobre os protocolos de rádio das camadas 1, 2 e 3.

Pré-requisito: Ter conhecimentos básicos sobre modulação digital e sistemas de transmissão digital.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem de conhecimento básico sobre o núcleo de rede 4G e conhecimento detalhado dos protocolos de rádio.

Ementa:

- 1) Introdução ao LTE/SAE
 - 1) Histórico das comunicações móveis
 - 2) Requerimentos LTE
 - 3) Características chave do sistema LTE/SAE
- 2) Arquitetura
 - 1) Divisão funcional da rede LTE/SAE
 - 2) Rede de acesso – LTE (eNodeB)
 - 3) Rede Core – SAE (S-GW, P-GW, MME, HSS, PCRF)
 - 4) Interfaces
 - 5) Conexão entre uma rede WCDMA/HSPA e uma rede LTE/SAE
 - 6) Processo de *handover*
- 3) Camada Física
 - 1) Métodos de duplexação (TDD/FDD)
 - 2) Princípios básicos, características e vantagens da técnica OFDMA
 - 3) Princípios básicos, características e vantagens da técnica MIMO
 - 4) Estrutura da camada física
- 4) Camadas RLC, MAC e PHY
 - 1) Funções e modos de operação do protocolo RLC (TM, UM, AM e segmentação e concatenação de dados no protocolo RLC)
 - 2) Funções do protocolo MAC

- 1) Canais lógicos e canais de transporte
 - 2) Mapeamento dos canais lógicos em canais de transporte
 - 3) Agendamento MAC de *uplink* e de *downlink*
 - 4) MAC HARQ e Combinação suave de redundância incremental
- 3) Estrutura da camada física (definição de bloco de recursos, símbolos de referência e identificação de célula, processamento dos canais de transporte no *uplink* e no *downlink*, transmissão empregando mais de uma antena e transmissão *multicast* e *broadcast*).

1.3 LTE Signaling



16 horas



Teórico

Objetivo: Apresentar de maneira detalhada os processos de sinalização envolvidos nos principais processos de uma rede LTE.

Pré-requisito: Ter conhecimentos sobre arquitetura de rede LTE/SAE.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem de conhecimento avançado sobre os processos de sinalização de rádio em uma rede LTE.

Ementa:

- 1) Arquitetura 3GPP LTE/SAE
 - 1) Evolução da arquitetura de rede 3GPP
 - 2) Componentes da rede LTE/SAE
- 2) Procedimentos no estado *idle*
 - 1) Procedimentos do UE em estado *idle*
 - 2) Estados e procedimentos RRC
 - 3) Visão geral dos processos de sinalização em estado *idle*
 - 4) Procedimento de seleção de célula
 - 5) Procedimento de acesso aleatório
 - 6) Procedimento de re-seleção de célula
- 3) Registro e estabelecimento do *bearer* EPS
 - 1) Visão geral do processo de registro no EPS
 - 2) *Bearers* estabelecidos durante o registro
 - 3) Procedimento de *attach* inicial e seleção do MME
 - 4) Procedimentos de autenticação e segurança
 - 5) Estabelecimento da conectividade IP (IP CAN)
 - 6) Aceitação do procedimento de *attach* e estabelecimento de DRB

- 7) Finalização do procedimento de *attach*
- 4) Gerência de mobilidade em estado conectado
 - 1) Introdução aos procedimentos de rede em estado conectado
 - 2) Medições executadas pelo UE
 - 3) Parâmetros relacionados aos eventos de medição
 - 4) *Handover* baseado na interface X2
 - 5) *Handover* baseado na interface S1
 - 6) Procedimento de *Tracking Area Update* em estado conectado
 - 7) Procedimento de *Tracking Area Update* em estado *idle*

1.4 5G: Introdução à Quinta Geração, Aplicações e Tendências



Objetivo: Apresentar os requisitos e principais casos de uso de uma rede 5G. Descrever as aplicações do 5G nas áreas de automação industrial, procedimentos médicos, realidade virtual e aumentada, *smart cities*, *smartgrid* e automotiva.

Pré-requisito: Ter conhecimentos básicos sobre arquitetura de redes celulares.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem de conhecimento básico sobre arquitetura de rede celular 5G, suas aplicações e tecnologias.

Ementa:

- 1) Introdução
 - 1) História das comunicações móveis
 - 2) 5G: o que esperar desta tecnologia
 - 3) IMT-2020
 - 4) Requisitos de uso
 - 5) Cenários de uso
- 2) Principais aplicações
 - 1) Automação industrial
 - 2) Procedimentos médicos
 - 3) Realidade Virtual e Realidade Aumentada
 - 4) *Smart Cities*
 - 5) Teleproteção em *SmartGrid*
 - 6) Veículos autônomos
- 3) Tendências tecnológicas para a rede 5G

1.5 5G: Sistemas *New Radio*



12 horas



Teórico

Objetivo: Apresentar de maneira detalhada a arquitetura da rede de rádio 5G e descrever a estrutura e as tecnologias aplicáveis na camada física.

Pré-requisito: Ter conhecimentos básicos sobre arquitetura de rede de rádio 4G.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem de conhecimento detalhado sobre a rede de rádio 5G.

Ementa:

- 1) Arquitetura NG-RAN (*Next Generation Radio Access Network*)
 - 1) *New Radio*
 - 2) Elementos NG-RAN (eNodeB; ng-eNodeB; gNodeB; en-gNodeB)
 - 3) Funções NG-RAN
 - 4) Opções de implementação
 - 5) *Cloud RAN*
- 2) Interface aérea
 - 1) Interfaces e protocolos
 - 2) Alocação de canais (canais lógicos, de transporte e físicos)
 - 3) EN-DC
 - 4) *Small Cells*
 - 5) *Beamforming* e *Beamsteering*
- 3) Camada física
 - 1) Bandas e frequências de operação (faixas sub-6GHz e mmWave)
 - 2) Técnicas de duplexação: FDD (*Frequency Division Duplexing*), TDD (*Time Division Duplexing*)
 - 3) Técnicas de múltiplo acesso: CP-OFDMA (*Cyclic Prefix – Orthogonal Frequency Division Multiple Access*), DFT-s-OFDMA (*Direct Fourier Transform – Spread - Orthogonal Frequency Division Multiple Access*)
 - 4) Estrutura de quadro (*timeslots*, configuração de formato de *timeslot*)
 - 5) NR *Resource Grid* (*NR Resource Block*, espaçamento entre subportadoras, prefixo cíclico)
 - 6) Modulação
 - 7) Operação com múltiplas antenas (*massive MIMO*, arranjos de antenas)

1.6 5G Core Network



8 horas



Teórico

Objetivo: Apresentar a arquitetura da rede núcleo 5G, suas funcionalidades e as tecnologias habilitadoras.

Pré-requisito: Ter conhecimentos básicos sobre arquitetura de rede celular 5G.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem de conhecimento básico sobre a arquitetura e as funcionalidades da rede núcleo 5G.

Ementa:

- 1) Arquitetura 5GC (5G Core)
- 2) Elementos 5GC e suas funções
 - 1) AMF (*Core Access and Mobility Function*)
 - 2) SMF (*Session Management Function*)
 - 3) UPF (*User Plane Function*)
 - 4) PCF (*Policy and Charging Function*)
 - 5) UDM (*Unified Data Management*)
 - 6) UDR (*User Data Repository*)
 - 7) AUSF (*Authentication Server Function*)
- 3) Elementos para interoperação com NFV (*Network Function Virtualization*)
 - 1) NRF (*Network Repository Function*)
 - 2) NEF (*Network Exposure Function*)
- 4) Elementos para interoperação com *Network Slicing*
 - 1) NSSF (*Network Slice Selection Function*)

1.7 5G: Procedimentos de Rede – Modo NSA (*Non Stand Alone*)



4 horas



Teórico

Objetivo: Descrever a arquitetura 5G NSA, os principais procedimentos de rede, nós de rede e interação com a rede 4G LTE.

Pré-requisito: Ter conhecimentos básicos sobre arquitetura de redes LTE e 5G.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem conhecer as características da arquitetura 5G NSA, suas aplicações e casos de uso.

Ementa:

- 1) Arquitetura do modo NSA
- 2) Procedimentos iniciais
 - 1) *Initial attach*
 - 2) EN-DC (EUTRA-NR *Dual Connectivity*) na RAN
- 3) Adição do nó secundário EN-DC
 - 1) *SgNB addition request e request acknowledge*
 - 2) *RRC connection reconfiguration*
 - 3) *Atualização do user plan path*
- 4) Modificação do nó secundário
- 5) Modificação do nó secundário EN-DC
- 6) *Release* do nó secundário EN-DC
- 7) *Handover* Inter MeHB com EN-DC

1.8 5G: Procedimentos de Rede – Modo SA (Stand Alone)



Objetivo: Descrever a arquitetura 5G SA, as identidades envolvidas e os principais procedimentos de rede que ocorrem nesta arquitetura.

Pré-requisito: Ter conhecimentos básicos sobre arquitetura de redes 5G.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem conhecer as características da arquitetura 5G SA, suas aplicações e casos de uso.

Ementa:

- 1) Arquitetura do modo AS
- 2) Identidades utilizadas no 5G
 - 1) Identidades relacionadas ao usuário
 - 2) Identidades relacionadas à rede
- 3) Procedimentos iniciais
 - 1) *Registration*
 - 2) *Connection*
 - 3) Estados RRC
 - 4) Seleção de PLMN e de rede de acesso
 - 5) *Cell selection*
 - 6) *RRC connection establishment*
- 4) Função de seleção de rede

1.9 Tecnologias Facilitadoras para 5G NR



4 horas



Teórico

Objetivo: Apresentar as tecnologias NS (*Network Slicing*), SDN (*Software Defined Network*) e NFV (*Network Function Virtualization*) como habilitadores das redes 5G.

Pré-requisito: Ter conhecimentos básicos sobre arquitetura de rede celular 5G.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem conhecer de maneira básica as tecnologias NS, SDN e NFV.

Ementa:

- 1) NS (*Network Slicing*)
 - 1) Conceitos
 - 2) Arquitetura
 - 3) Gerenciamento
 - 4) Alocação
- 2) SDN (*Software Defined Network*)
 - 1) Definições
 - 2) Sistema operacional de rede
 - 3) *OpenFlow*
- 3) NFV (*Network Function Virtualization*)
 - 1) Arquitetura de NFV e orquestradores
 - 2) Integração SDN/NFV

1.10 5G: Fundamentos de MIMO massivo e *Beamforming*



8 horas



Teórico

Objetivo: Descrever os princípios básicos de MIMO massivo e *Beamforming* quando aplicados em uma rede 5G.

Pré-requisito: Ter conhecimentos básicos sobre arquitetura 5G NR e de rádio frequência.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem conhecer de maneira básica como os princípios das técnicas MIMO se aplicam a uma rede 5G NR.

Ementa:

- 1) Introdução

- 1) Definição
 - 2) Requerimentos para MIMO massivo
 - 3) Elementos de antenas e *arrays* de antenas
- 2) MIMO e 5G
- 1) SU-MIMO e MU-MIMO
 - 2) Multiplexação especial
 - 3) Sinais de referência empregados
 - 4) *Codewords*, camadas e portas de antenas
- 3) *Beamforming*
- 1) Multiplexação espacial vs *Beamforming*
 - 2) *Narrowbeam* e *Beamsteering*
 - 3) *Beamforming nulls*
 - 4) MIMO em um dispositivo móvel
 - 5) *Beam Sweeping*
 - 6) Gerenciamento de sinais de referência de um feixe

1.11 5G NR: Conceitos e Aplicações em Ondas Milimétricas (mmWave)



8 horas



Teórico

Objetivo: Descrever os princípios básicos relativos a aplicação das ondas milimétricas em redes de rádio 5G, suas limitações e vantagens.

Pré-requisito: Ter conhecimentos básicos sobre arquitetura 5G NR e de rádio frequência.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem conhecer as características de propagação de ondas milimétricas, antenas e suas aplicações em uma rede 5 NR.

Ementa:

- 1) Introdução e motivação
- 2) Definição de ondas milimétricas
- 3) Princípios de propagação
- 4) Fundamentos teóricos de tecnologias habilitadoras
- 5) Antenas para mmWaves
- 6) Aplicações

1.12 5G NR: Coexistência entre Sistemas Terrestres e Satelitais



4 horas



Teórico

Objetivo: Descrever os princípios básicos relativos a coexistência da tecnologia 5G NR com serviços satelitais na banda C e os problemas que podem ocorrer nesta coexistência.

Pré-requisito: Ter conhecimentos básicos sobre arquitetura 5G NR, rádio frequência e sistemas satelitais.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem conhecer as interações entre os sistemas 5G NR e satelitais, bem como determinar a distância de proteção entre estes sistemas a fim de evitar interferências entre eles.

Ementa:

- 1) Coexistência da tecnologia 5G NR com serviços satelitais na banda C
 - 1) Introdução e motivação
 - 2) Fundamentos teóricos
 - 3) Coexistência entre 5G NR e TVRO na banda C
 - 4) Coexistência entre 5G NR e FSS na banda C
 - 5) Cálculo de distância de proteção em banda C

1.13 IMS para VoLTE (Voice Over LTE) e VoNR (Voice Over New Radio)



24 horas



Teórico

Objetivo: Apresentar os conceitos sobre a arquitetura e protocolos usados em uma rede IMS. Descrever os serviços de voz comutados a pacote em redes LTE (VoLTE) e 5G NR (VoNR). Apresentar os serviços de voz adicionais SR-VCC (*Single Radio Voice Call Continuity*), CS Fallback e EPS Fallback.

Pré-requisito: Conhecimento sobre arquitetura de redes celulares LTE, 5G e IP.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem conhecer a arquitetura de uma rede IMS, seus serviços e aplicações em redes LTE e 5G.

Ementa:

- 1) Introdução
 - 1) Definição
 - 2) Introdução as redes IP

- 3) Linha de tempo de desenvolvimento IMS
- 2) Arquitetura
 - 1) Arquitetura IMS
 - 2) Interfaces e protocolos
- 3) Serviços IMS
 - 1) VoIMS (VoLTE, VoIP e VoWiFi)
 - 2) Sessões de conferência
 - 3) *Instant messaging*
- 4) Definição de *Codecs* (VoNR)
- 5) Estabelecimento dos fluxos de QoS (VoNR)
- 6) Estabelecimento dos *bearers* dedicados (VoLTE)
- 7) Análise dos procedimentos de chamada (VoLTE e VoNR)

1.14 Evolução das Redes 5G



4 horas



Teórico

Objetivo: Descrever a evolução do sistema celular 5G, conhecer os princípios de *Open Ran*, segurança em redes 5G e IA aplicada.

Pré-requisito: Ter conhecimentos básicos sobre arquitetura de rede 5G.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem conhecer as tendências tecnológicas para redes 5G e sua evolução para o 6G.

Ementa:

- 1) *Release* 16: mudanças para atender ao URLLC, redes privadas, V2X e radiodifusão
- 2) *Release* 17: mudanças para atender ao mMTC e eRAC
- 3) *Open RAN*: definição conceitual e seu papel nas futuras implementações das redes móveis, impactos para operadoras, fabricantes e agências de regulamentação
- 4) Considerações de segurança na era 5G
- 5) Considerações de Inteligência Artificial aplicada ao 5G
- 6) Visões para o *beyond* 5G e redes 6G

1.15 Introdução ao Planejamento de Redes de Acesso Móvel 4G e 5G



8 horas



Teórico

Objetivo: Descrever as características do canal rádio móvel, apresentar os principais modelos de predição de cobertura, elaborar ferramenta para cálculo do *link budget*, estimar a capacidade da rede e conhecer *softwares* de predição de cobertura.

Pré-requisito: Conhecimento sobre rádio frequência, redes LTE e redes 5G NR.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem conhecer os princípios básicos de planejamento de redes celulares, incluindo o canal rádio móvel, modelos de predição de cobertura e ferramentas relacionadas.

Ementa:

- 1) Características do canal rádio móvel
- 2) Modelos de predição de cobertura
- 3) Modelo Log Normal e *Shadowing*
- 4) Processo de *link budget*
- 5) Elaboração de ferramenta de cálculo de *link budget*
- 6) Estimativa de capacidade da rede
- 7) Elaboração de ferramenta para cálculo de capacidade da rede
- 8) Visão geral do *software* de predição de cobertura *Rádio Mobile*

1.16 Planejamento de Redes LTE/5G NR



8 horas



Teórico

Objetivo: Descrever como os princípios de planejamento de redes de acesso se aplicam em redes 4G e 5G.

Pré-requisito: Conhecimento sobre rádio frequência, redes LTE e redes 5G NR.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitam aplicar os conhecimentos sobre planejamento de redes de acesso especificamente em redes 4G e 5G.

Ementa:

- 1) Bandas de operação
- 2) Larguras de faixa do canal

- 3) Espaçamento de canal
- 4) Ganhos, perdas e margens a serem considerados no projeto
- 5) Elaboração e cálculo do *link budget*
- 6) Estimativa da taxa de transmissão do sistema
- 7) Estimativa de capacidade da rede
- 8) Determinação da quantidade necessária de *sites* para cobertura de uma determinada área
- 9) Estudo de caso empregando o *Radio Mobile*

1.17 Princípios de Planejamento *Indoor* para Redes LTE e 5G NR



16 horas



Teórico

Objetivo: Descrever os conceitos necessários para o planejamento de sistemas celulares 4G e 5G em ambientes *indoor*.

Pré-requisito: Conhecimento sobre rádio frequência, redes LTE e redes 5G NR.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitam entender a arquitetura dos sistemas *indoor* e as técnicas para o planejamento dos mesmos.

Ementa:

- 1) A importância da cobertura *indoor*
- 2) Cobertura *indoor* a partir de soluções *outdoor*
- 3) Perdas de propagação em paredes e construções
- 4) Arquitetura dos sistemas *indoor*
- 5) Sistemas de antenas distribuídas
- 6) Equipamentos aplicáveis

1.18 Conceitos de Segurança em Redes 5G



4 horas



Teórico

Objetivo: Proporcionar aos participantes uma visão geral dos problemas de segurança relacionados à implementação 5G-NSA (Non Standalone) e as soluções de segurança na implementação 5G-SA (Standalone).

Pré-requisito: É recomendado que os participantes tenham um conhecimento básico de redes de telecomunicações e compreendam os conceitos gerais das redes 5G.

Público-Alvo: Profissionais que trabalham com redes de telecomunicações, engenheiros de redes, especialistas em segurança da informação interessados em aprender sobre os problemas e soluções de segurança na implementação de redes 5G.

Ementa:

- 1) Problemas de segurança da implementação 5G-NSA (*Non Standalone*)
- 2) Soluções de segurança da implementação 5G-SA (*Standalone*)
- 3) *Security Edge Protection Proxy* (SEPP), *Subscriber Permanent Identifier* (SUPI), *Subscriber Concealed Identifier* (SUCI)
- 4) Aspectos de segurança em ambientes 5G virtualizados

1.19 Inteligência Artificial (IA) Aplicada ao 5G



6 horas



Teórico

Objetivo: O objetivo deste curso é fornecer aos participantes uma compreensão abrangente dos benefícios, papéis e desafios do uso de Inteligência Artificial (IA) em redes 5G.

Pré-requisito: É recomendado que os participantes tenham conhecimento básico sobre redes 5G e compreensão geral dos conceitos de Inteligência Artificial.

Público-Alvo: O curso destina-se a profissionais que trabalham com redes de telecomunicações, engenheiros de redes, especialistas em Inteligência Artificial e qualquer pessoa interessada em aprender sobre o uso de IA em redes 5G.

Ementa:

- 1) Benefícios do uso de IA em redes 5G
- 2) Papéis de algoritmos de IA em redes 5G
- 3) Desafios referentes a adoção de técnicas de AI em redes 5G
- 4) Relação entre 5G, Open RAN, CRAN e Inteligência Artificial

1.20 Fundamentos de *blockchain* em 5G



8 horas



Teórico

Objetivo: Prover aos alunos o conhecimento sobre *blockchain* quando aplicada em redes 5G abordando a plataforma necessária e suas características.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de redes de computadores, fundamentos de comunicação móvel e conhecimentos básicos de segurança cibernética.

Público-Alvo: Profissionais de TI e telecomunicações que desejam atualizar seus conhecimentos sobre as tecnologias emergentes, como redes 5G, IoT e *blockchain*.

Ementa:

- 1) Introdução as redes 5G
 - 1) Requisitos
 - 2) Capacidade
 - 3) Cenários e aplicações
- 2) 5G e IOT
- 3) O que é *blockchain*
 - 1) Estrutura e componentes chaves
 - 2) Taxonomia
 - 3) Tipos de *blockchain*
 - 4) *Smart contract*
- 4) *Blockchain* para redes 5G
 - 1) Integração entre *blockchain* e 5G
- 5) Plataforma de serviços baseados em *blockchain*
 - 1) *Blockchain As A Service*
 - 2) Serviço de internet baseados em *blockchain*
- 6) Contribuições do *blockchain* para IoT e IIoT
- 7) Questões técnicas e segurança em 5G-IoT
- 8) Desafios encontrados

1.21 5G Mobile Edge Computing



16 horas



Teórico

Objetivo: Este curso tem como objetivo descrever a interação entre as técnicas MEC e a rede 5G explorando os conceitos básicos e a padronização MEC. Serão apresentados os componentes MEC a nível de sistema e de *host* e a sua integração com a arquitetura baseada em serviços do core 5G. O curso também apresenta as técnicas 5G que habilitam sua integração com a arquitetura MEC.

Pré-requisito: Conhecimento da arquitetura das redes de acesso (5G NR) e core (5G NGC) do 5G.

Público-Alvo: Engenheiros e arquitetos de redes que desejam entender os conceitos básicos do MEC, seus casos de uso e sua integração com as redes 5G.

Ementa:

- 1) Conceitos básicos MEC
 - 1) Casos de uso
 - 2) Padronização
 - 3) Suporte para MEC em redes 5G
- 2) Arquitetura funcional
 - 1) Níveis funcionais (sistema, *hosts* e rede)
 - 2) Serviços
- 3) Arquitetura de rede e interfaces
 - 1) Mx1, Mx2
 - 2) Mm1, Mm2, Mm3, Mm4, Mm5, Mm6, Mm7, Mm8, Mm9
 - 3) Mp1, Mp2, Mp3
- 4) Elementos MEC do nível funcional
 - 1) Portal CFS
 - 2) *Device app*
 - 3) OSS
 - 4) *User app*
 - 5) *Proxy LCM*
 - 6) Orquestrador MEC
- 5) Elementos MEC do nível de *host*
 - 1) Plataforma MEC
 - 2) Gerenciador de plataforma MEC
 - 3) VIM
 - 4) NFVI
 - 5) MEC App
- 6) MEC e 5G
 - 1) Integração MEC e 5G
 - 2) 5G SBA
 - 3) Facilitadores 5G para MEC
 - 1) Roteamento de tráfego com AF
 - 2) Controle de direcionamento de tráfego
 - 3) LADN (*Local Area Data Networks*)
 - 4) Classificadores no *uplink*

- 5) Controle de admissão
 - 6) *Multi homing* com IPv6
- 7) Continuidade de sessão e serviço
- 1) SSC modos 1, 2 e 3
 - 2) Mobilidade das aplicações MEC

1.22 Instalador 5G Profissional



36 horas



Teórico

Objetivo: O objetivo deste curso é fornecer aos participantes conhecimentos e habilidades fundamentais para realizar instalações de sistemas de telecomunicações, com foco especial na tecnologia 5G.

Pré-requisito: É recomendado que os participantes tenham conhecimentos básicos de telecomunicações e familiaridade com conceitos de redes móveis. Noções básicas de eletricidade e instalações elétricas também serão úteis para melhor compreensão do conteúdo relacionado. Não são necessários conhecimentos avançados em tecnologia 5G, uma vez que o curso abrange conceitos iniciais e fundamentais.

Público-Alvo: O curso destina-se a profissionais que trabalham ou desejam trabalhar na área de instalação de sistemas de telecomunicações, incluindo técnicos, instaladores, engenheiros e outros profissionais envolvidos em projetos e implementação de redes móveis, com foco no 5G.

Ementa:

- 1) Conceitos iniciais
 - 1) Princípios de telecom
 - 2) Introdução as redes móveis
 - 3) Fundamentos 5G
- 2) Instalações elétricas
 - 1) Noções de consumo de energia de equipamentos
 - 2) Cabeamento e disjuntores
 - 3) Funcionamento do sistema de alimentação para equipamentos de telecomunicações
 - 4) Padrões de aterramento, bitola de cabo, espaçamento entre os pontos de aterramento
 - 5) Função de um retificador DC para sistemas de telecomunicações
 - 6) Proteção contra surtos
- 3) Instalações em telecom

- 1) Visão geral sobre equipamentos de telecomunicações
 - 2) Tipos de equipamentos
 - 3) Disposição de equipamentos
 - 4) *Bayface*
 - 5) Interpretação de um Projeto Provisório de Instalação (PPI)
 - 6) Padrão de instalação de um sistema de telecomunicações
 - 7) Visão geral sobre fibra óptica e cabos de RF
- 4) Instalação de sistemas 5G *outdoor* e *indoor*
- 1) Tipos de equipamentos 5G
 - 2) Topologias da rede de acesso 5G
 - 3) Tipos de sites 5G
 - 4) Padrão de instalação de equipamentos 5G *outdoor*
 - 5) Instalação de antenas
 - 6) Características básicas de propagação em ambientes *indoor*
 - 7) Importância dos sistemas *indoor* em 5G
 - 8) Padrão de instalação de equipamentos 5G *indoor*
 - 9) Sistema de antenas distribuídas tradicional e digital
 - 10) Teste de desempenho em sistemas 5G
- 5) Sistemas de climatização em telecom
- 1) A importância da climatização para equipamentos de telecomunicações
 - 2) Salas, *containers* e *racks* climatizados
 - 3) Tipos de climatização
 - 4) Vantagens e desvantagens dos diversos tipos de climatização
 - 5) Conceitos básicos de dimensionamento de sistemas de climatização
 - 6) Eficiência energética
 - 7) Manutenção preventiva

Internet das Coisas

2.1 Soluções de comunicação para IoT



8 horas



Teórico

Objetivo: Este curso tem por objetivo apresentar os fundamentos das redes CAT-M e NB-IoT aplicadas para Internet das Coisas, destacar os principais desafios e aplicações de mercado e realizar a análise de um estudo de caso para a cobertura de uma rede IoT.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos relacionados a rádio frequência e redes LTE.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que atuem ou desejam atuar na área de IoT baseado em redes celulares.

Ementa:

- 1) Introdução
- 2) Padronização 3GPP para IoT
- 3) Transição de comunicações M2M para IoT através da rede celular
- 4) LTE-M
 - 1) Evolução do sistema LTE
 - 2) Características e aplicações
 - 3) Técnicas aplicáveis na camada física
 - 4) Mapeamento de canais e coexistência com o padrão LTE
- 5) NB-IoT
 - 1) Modos de implantação
 - 2) Cobertura do sistema
 - 3) Características relevantes das camadas 1, 2 e 3
- 6) Produtos e principais fabricantes
- 7) Aplicações em destaque (agrícola, industrial e outros)
- 8) Estudo de caso para a elaboração de um projeto técnico de acesso IoT
 - 1) Projeto de predição de cobertura
 - 2) Determinação da capacidade do sistema

2.2 5G IoT Aplicações



16 horas



Teórico

Objetivo: Este curso tem por objetivo apresentar a infraestrutura de rede 5G para IoT e suas aplicações nas principais verticais do mercado de IoT.

Pré-requisito: Não necessita de pré-requisitos.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais de mercado que necessitem conhecer a aplicação de IoT e modelos de negócios nos mercados agro, de saúde, nas cidades inteligentes, em ambiente industrial e em *Smart Grids*.

Ementa:

- 1) IoT e a infraestrutura 5G
 - 1) Topologia de um sistema IoT
 - 2) Transporte de dados para IoT
- 2) *Use cases*
 - 1) Modelos de negócios B2B, B2C e B2B2X
 - 2) Aplicações no Agro 4.0
 - 3) Aplicações na Indústria 4.0
 - 4) Aplicações na Saúde 4.0
 - 5) Aplicações para Cidades Inteligentes e *smartplaces*
 - 6) Aplicações para *Smart Grids*
- 3) Desafios para comunicação D2D (*Device-to-Device*) na rede 5G
 - 1) Modo de seleção de comunicação
 - 2) Coexistência e gerenciamento de interferências
 - 3) Operação D2D

2.3 NB-IoT Tecnologias, Protocolos e Segurança



16 horas



Teórico

Objetivo: Descrever as características técnicas dos sistemas NB-IoT, modos de economia de energia, modos de extensão de cobertura, processos de rede, capacidade, protocolos de transmissão de dados para IoT e segurança.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos relacionados a rádio frequência e redes LTE.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem de conhecimento aprofundado em NB-IoT.

Ementa:

- 1) Tecnologia NB-IoT
 - 1) Cenários de implementação
 - 2) Capacidade de célula
 - 3) Extensão de cobertura
 - 4) Protocolos RRC/MAC e PHY
 - 5) Seleção de rede e *random access*
 - 6) Métodos de economia de energia
 - 7) Latência
 - 8) QoS
 - 9) Arquitetura de rede para NB IoT
- 2) Protocolos de transferência de dados para IoT
 - 1) Protocolos baseados em IP
 - 2) MQTT
 - 3) CoAP
 - 4) IoT *clouds e hosting*
- 3) Segurança fim a fim
 - 1) Autenticidade e integridade de mensagem
 - 2) Infraestrutura de chave pública
 - 3) Processos de *TLS Handshake* e *DH Key Agreement*
 - 4) Segurança de *hardware* e certificações

2.4 NB-IoT Aplicado



16 horas



Teórico e prático

Objetivo: Prover aos participantes o conhecimento teórico e prático para implementação de soluções em NB IoT.

Pré-requisito: Conhecimento básico sobre redes LTE, curso NB-IoT Tecnologias, Protocolos e Segurança ou conhecimento similar.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que necessitem de conhecimento aprofundado em NB-IoT bem como desenvolver aplicações baseadas neste padrão.

Ementa:

- 1) Introdução
 - 1) Cenários e aplicações para redes CIoT empregando NB IoT
 - 2) Tipos de dispositivos NB IoT e casos de uso
 - 3) *Control* e *user planes* para NB IoT
 - 4) Interface de comandos AT
 - 5) Principais fabricantes de módulos NB IoT
- 2) Desenvolvimento de soluções NB IoT
 - 1) Gerenciando as conexões RRC
 - 2) Modos de melhoria de cobertura
 - 3) Otimização das transmissões de *uplink*
 - 4) Estimativa de consumo de potência
 - 5) Estimativa de tempo de uso de bateria
- 3) Implementação de soluções NB IoT
 - 1) Sensor de ambiente e Localizador de objeto
 - 1) Princípio de operação
 - 2) Descrição funcional
 - 3) Implementação
 - 4) Configuração e teste

Inteligência Artificial e Ciência de Dados

3.1 Fundamentos da Aprendizagem de Máquina (*Machine Learning*)



16 horas



Teórico

Objetivo: O objetivo deste curso é proporcionar aos participantes uma compreensão básica e abrangente dos fundamentos da Aprendizagem de Máquina (*Machine Learning*). O curso abordará conceitos-chave, tipos de aprendizagem, formas de incremento de aprendizagem, modos de aprendizagem e métricas de desempenho em *Machine Learning*. Além disso, o curso explorará a relação entre *Machine Learning* e Ciência de Dados.

Pré-requisito: Não são necessários conhecimentos prévios em Aprendizagem de Máquina ou Ciência de Dados.

Público-Alvo: O curso é voltado para profissionais das áreas de ciência da computação, engenharia de *software*, análise de dados e áreas afins que desejam adquirir conhecimentos fundamentais em Aprendizagem de Máquina.

Ementa:

- 1) Uma breve história no tempo
 - 1) Objetivos do curso
- 2) O que é Aprendizagem de Máquina?
- 3) Por que utilizar Aprendizagem de Máquina?
- 4) Tipos de Aprendizagem de Máquina
 - 1) Aprendizagem supervisionada
 - 2) Aprendizagem não supervisionada
 - 3) Aprendizagem semi supervisionada
 - 4) Aprendizagem por reforço
- 5) Formas de incremento de aprendizagem
 - 1) Aprendizagem *offline*
 - 2) Aprendizagem *online*

- 6) Modo de aprendizagem
 - 1) Aprendizagem baseada em instâncias
 - 2) Aprendizagem baseada em modelos
- 7) Métricas de desempenho em *Machine Learning*
 - 1) Acessando o desempenho de um modelo de regressão
 - 2) Acessando o desempenho de um modelo de classificação
- 8) Relação entre *Machine Learning* e Ciência de Dados

3.2 Aprendizado de Máquina Avançado



24 horas



Teórico e prático

Objetivo: O objetivo deste curso é proporcionar aos participantes uma compreensão sólida dos conceitos e técnicas fundamentais de modelagem de regressão linear simples e múltipla, regressão logística, regularização e redes neurais artificiais. O curso abordará desde os conceitos básicos até a aplicação prática desses modelos em problemas de classificação e regressão. Os participantes também terão a oportunidade de realizar exercícios práticos utilizando ferramentas computacionais.

Pré-requisito: Familiaridade com alguma linguagem de programação, como R ou Python para a realização dos laboratórios computacionais.

Público-Alvo: O curso é adequado para aqueles que desejam entender e aplicar essas técnicas em problemas reais de classificação e regressão e também para aqueles que desejam aprofundar seus conhecimentos em aprendizado de máquina.

Ementa:

- 1) O problema do tumor maligno ou benigno
- 2) Modelos de regressão linear simples
 - 1) Representação de modelos
 - 2) Examinando a função custo
- 3) Aprendizagem de parâmetros
 - 1) Gradiente Descendente (GD)
 - 2) Aplicação do algoritmo GD na regressão linear simples
- 4) Regressão linear com múltiplas variáveis
 - 1) Algoritmo GD para regressão linear múltipla
- 5) Dimensionamento de características
- 6) Verificação da convergência do algoritmo GD

- 7) Combinação de características e regressão polinomial
- 8) Equações normais
- 9) Laboratório computacional R/Python– modelos de regressão
- 10) Aprendizagem supervisionada – classificação
- 11) Regressão logística
 - 1) Representação da função hipótese
 - 2) Fronteiras de decisão
 - 3) Função custo
 - 4) Aplicação do gradiente descendente na regressão logística
- 12) Multiclassificações
 - 1) O problema do sobreajuste
 - 2) Qualidade de ajuste em aprendizagem de máquina
 - 3) Como lidar com sobreajuste?
- 13) Regularização
 - 1) Derivada da função custo com regularização
 - 2) Algoritmo GD da regressão linear com regularização
 - 3) Algoritmo GD da regressão logística com regularização
- 14) Laboratório computacional R/Python– modelos de classificação
- 15) Redes Neurais Artificiais (RNA)
- 16) O problema de aprendizagem de funções hipóteses complexas
- 17) Redes Neurais: motivação e neurônios
- 18) Representação de modelos de RNA
 - 1) Relação entre RNA e ML
 - 2) Modelo de neurônio
 - 3) Modelagem analítica de RNA
- 19) Classificação múltipla em RNA
- 20) Aprendizagem de parâmetros em RNA
 - 1) Função custo
 - 2) Conceitos sobre retropropagação
 - 3) Modelagem analítica da retropropagação
 - 4) Algoritmo da retropropagação
- 21) Checagem de gradiente
- 22) Inicializações aleatórias
- 23) Exemplos e aplicações de RNA
- 24) Laboratório computacional R/Python– modelos de redes neurais artificiais

3.3 Ciência de Dados – Princípios e Aplicações



8 horas



Prático

Objetivo: Explorar e desenvolver os conceitos de análise de dados na prática por meio de exemplos para que seja possível consolidar princípios de ciência de dados e gerar perspectivas de aplicações.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de álgebra e sistemas de computação.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados na área de ciência de dados.

Ementa:

- 1) Conceitos fundamentais de ciência de dados
- 2) Formações envolvidas da área de ciência de dados
- 3) Aplicações e estudos de caso
- 4) Arquitetura e fluxos de projeto de ciência de dados
- 5) Relações com as áreas
- 6) Probabilidade e estatística
- 7) Aprendizagem de máquina (*Machine Learning* - ML)
- 8) Ciência da computação (*Algorithm Development* - AD)
- 9) Modelagem e análise de dados – conceitos e ferramentas
- 10) Conceitos de probabilidade e estatística importantes para a prática de ciência de dados
- 11) Laboratório Computacional com R/Python – análise exploratória de dados

3.4 Introdução à Linguagem R



8 horas



Prático

Objetivo: Apresentar o ambiente de software R para análise e computação estatística, focando nos fundamentos da linguagem e pacotes estatísticos mais utilizados em projetos de ciência de dados.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de álgebra e sistemas de computação.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados na área de ciência de dados.

Ementa:

- 1) Introdução à linguagem R
- 2) Ambiente de desenvolvimento RStudio
- 3) Explorando a IDE RStudio e pacotes estatísticos
- 4) Operações básicas e tipos de estruturas de dados no R
- 5) Vetores, matrizes, *arrays* e fatores
- 6) Listas e *dataframes* e *strings*
- 7) Funções, estruturas de controle e operadores
- 8) Geração e análise de gráficos com R
- 9) Trabalhando com *ggplot2*
- 10) Análise exploratória de dados com R
- 11) Limpeza, processamento e transformação de dados
- 12) Projetos de análise de dados com R
- 13) Realização de projeto prático no R

3.5 Especialização em Ciência de Dados



16 horas



Prático

Objetivo: Explorar e desenvolver a análise de dados com estudos de casos completos. Ao final, espera ser possível consolidar as principais etapas do fluxo ciência de dados e desenvolver capacidade de replicação em cenários reais.

Pré-requisito: Conhecimento básico de fundamentos de Ciência de Dados e seus fluxos de trabalho.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados na área de ciência de dados.

Ementa:

- 1) Visão geral de conceitos fundamentais de ciência de dados
- 2) O essencial em probabilidade e estatística para ciência de dados
- 3) Análise exploratória de dados
- 4) Aprendizagem de máquina (*Machine Learning* - ML) - dados, modelos e análise
- 5) Modelagem e análise de dados – avaliação de desempenho e resultados

3.6 Processamento de Imagens: Fundamentos



16 horas



Teórico e prático

Objetivo: O objetivo deste curso é introduzir os participantes aos fundamentos da visão computacional, fornecendo uma compreensão abrangente dos conceitos e técnicas essenciais para processamento de imagens digitais. O curso abordará desde os princípios básicos de imagem digital até exemplos práticos de aplicação da visão computacional em diferentes áreas.

Pré-requisito: Não são necessários conhecimentos prévios em visão computacional.

Público-Alvo: O curso é voltado para profissionais das áreas de ciência da computação, engenharia, matemática, robótica, processamento de imagens e áreas relacionadas que desejam obter uma compreensão dos fundamentos da visão computacional.

Ementa:

- 1) Introdução à visão computacional
- 2) Fundamentos de imagem digital
- 3) Aquisição de imagens
- 4) Exemplos de aplicação

3.7 Processamento de Imagens: Preparação e Processamento



16 horas



Teórico e prático

Objetivo: Fornecer aos participantes uma compreensão abrangente do processamento espacial de imagens, abordando técnicas de transformações, filtros, segmentação e representação.

Pré-requisito: É recomendado que os participantes possuam conhecimentos básicos em processamento de imagens.

Público-Alvo: O curso é voltado para profissionais das áreas de ciência da computação, engenharia, processamento de imagens e áreas relacionadas.

Ementa:

- 1) Processamento espacial
 - 1) Transformações (ponto a ponto e por vizinhança)
 - 2) Filtros
- 2) Segmentação e Representação

3.8 Processamento de Imagens: Aplicação



8 horas



Teórico e prático

Objetivo: O objetivo deste curso é apresentar os conceitos fundamentais relacionados à detecção, reconhecimento, classificação e métricas de avaliação de classificadores.

Pré-requisito: É recomendado que os participantes possuam conhecimentos básicos em processamento de imagens.

Público-Alvo: O curso é voltado para profissionais das áreas de ciência da computação, engenharia, processamento de imagens e áreas relacionadas.

Ementa:

- 1) Detecção
- 2) Reconhecimento
- 3) Classificação
- 4) Métricas de avaliação de classificadores

Sistema de Telecomunicações

4.1 Modulação Digital: Fundamentos e Simulações



16 horas



Teórico e prático

Objetivo: Apresentar os fundamentos das principais modulações digitais empregadas em sistemas de comunicação, abordando seus aspectos teóricos por meio de simulações computacionais, ressaltando empregabilidade de cada modulação, e, conseqüentemente, suas vantagens e desvantagens para cada sistema de comunicação.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de sistemas de telecomunicações.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados na área de telecomunicações.

Ementa:

- 1) Fundamentos matemáticos da teoria das comunicações digitais
 - 1) Tópicos de sinais e sistemas e da teoria de detecção
 - 2) Processamento de sinais aleatórios
- 2) Fundamentos das modulações digitais
 - 1) Modulação em amplitude (PAM)
 - 2) Modulação em frequência (FSK)
 - 3) Modulação em fase (PSK)
 - 4) Modulação em amplitude e quadratura (QAM)
- 3) Análise e desempenho de modulações digitais em canais AWGN
- 4) Análise e desempenho de modulações digitais em canais com desvanecimento
- 5) Comparativo entre os diversos tipos de modulações e suas aplicações em comunicações móveis
- 6) Tendências de novos esquemas de modulações para sistemas de comunicação de última geração

4.2 Sistemas de Comunicações Multiportadora - OFDM



16 horas



Teórico e prático

Objetivo: Apresentar os aspectos técnicos de funcionamento de um sistema de comunicação baseado na transmissão com múltiplas portadoras (OFDM – *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de álgebra e sistemas de telecomunicações.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados na área de sistemas de comunicações.

Ementa:

- 1) Propagação em canais de comunicação sem fio
 - 1) Perda por percurso
 - 2) Sombreamento log-normal
 - 3) Desvanecimento multipercurso
- 2) Efeitos do canal multipercurso
 - 1) Efeito *Doppler* no canal
 - 2) Desvanecimento plano/seletivo e lento/rápido
 - 3) Banda, tempo de coerência e perfil de atrasos (*Delay Profile*)
 - 4) Simulações de canais multipercurso
- 3) Técnica de transmissão OFDM (*Orthogonal Division Frequency Multiplexing*)
 - 1) Geração e detecção de símbolos OFDM
 - 2) Intervalo de guarda, análise de interferências e ruídos e equalização no OFDM
 - 3) Simulações de sistemas de comunicações multiportadora com técnica OFDM

4.3 Propagação em Comunicações sem Fio



16 horas



Teórico e prático

Objetivo: Apresentar aspectos introdutórios de antenas e propagação em comunicações sem fio, incluindo os principais modelos de predição de cobertura e a modelagem estatística de canais multipercurso.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de álgebra e sistemas de telecomunicações.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados na área de sistemas de comunicações.

Ementa:

- 1) Princípios de sistemas de comunicações sem fio
- 2) Sistemas e elementos de radiofrequência: duplexação e diplexação, isoladores e circuladores de RF
- 3) Sistemas irradiantes - antenas
 - 1) Ganho, diretividade, área efetiva e largura de feixe
 - 2) Eficiência de irradiação e eficiência de abertura
 - 3) *Tilt* elétrico/mecânico e remoto (RET – *Remote Electrical Tilt*)
- 4) Propagação em comunicações sem fio
 - 1) Fundamentos de propagação: zonas de Fresnel, perda por percurso e sombreamento log-normal
 - 2) Modelos de predição de cobertura – Friis e Okumura-Hata
 - 3) Modelagem estatística dos efeitos do canal multipercurso
 - 1) Desvanecimento plano/seletivo e lento/rápido
 - 2) Banda, tempo de coerência e perfil de atrasos (*Delay Profile*)
 - 3) Simulações computacionais de canais multipercurso

4.4 Engenharia de Antenas: Fundamentos e Aplicações



24 horas



Teórico

Objetivo: Apresentar os fundamentos da teoria de antenas, suas principais características e aplicações para sistemas de telecomunicações terrestres e satelitais.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de telecomunicações.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados na área de engenharia de antenas.

Ementa:

- 1) Fundamentos
- 2) Tipos de antenas
- 3) Mecanismo de radiação
- 4) Histórico e evolução
- 5) Parâmetros fundamentais das antenas
 - 1) Padrão de radiação
 - 2) Densidade de potência de radiação
 - 3) Largura de feixe

- 4) Diretividade
 - 5) Eficiência
 - 6) Largura de banda
 - 7) Polarização
 - 8) Impedância de entrada
 - 9) Área efetiva
 - 10) Equação de Friis e equação de radar
 - 11) Temperatura da antena
- 6) Fundamentos de redes de antenas
 - 1) Conceitos de arranjos lineares
 - 2) Conceitos de arranjos planares
 - 3) Arranjos tridimensionais e conformais
 - 4) Síntese de arranjos de antenas
 - 5) Antenas inteligentes
 - 6) Padrão de elementos e acoplamento mútuo
- 7) Tipos de antenas
 - 1) Monopolos
 - 2) Dipolos
 - 3) Antenas de abertura
 - 4) Cornetas
 - 5) Microlinha
 - 6) Antenas com refletores
 - 7) Antenas do tipo *slot*
- 8) Medidas em antenas
 - 1) Conceito sobre distâncias
 - 2) Medição do diagrama de radiação
 - 3) Medição do ganho
 - 4) Medição da diretividade
 - 5) Medição de eficiência
 - 6) Medição de impedância
 - 7) Medição de polarização
- 9) Aplicações e tendências
 - 1) Antenas para aplicações em ondas milimétricas (*mm-wave*)
 - 2) Antenas ópticas
 - 3) Redes de antenas *ultra-wideband*
 - 4) Antenas *Reflectarray*

- 5) Antenas para *CubeSats*
 - 1) Fundamentos e conceitos
 - 2) Requisitos para antenas de *CubeSats*
 - 3) Antenas para banda Ka
 - 4) Antenas do tipo *patch* integradas ao painel solar

4.5 Projeto e Análise de Rádio Enlaces Digitais Terrestre



24 horas



Teórico

Objetivo: Apresentar as principais características dos sistemas de rádio enlaces digitais terrestres, as tecnologias empregadas bem como dar subsídios para o planejamento e análise destes sistemas.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de telecomunicações e de rádio frequência.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que atuem ou desejam atuar na área de projeto de rádio enlaces terrestres.

Ementa:

- 1) Introdução
- 2) Parâmetros e unidades de medida
- 3) Sistema rádio terrestre
- 4) Sistema aéreo – antenas, cabos e guias de onda
- 5) Topologias de rede
- 6) *Backbone* e acesso
- 7) Sistemas analógicos e digitais
- 8) Características de enlaces de microondas em visada direta
- 9) Rádios PDH e SDH: baixa e alta capacidade
- 10) Rádios de pacotes (IP)
- 11) Faixas de frequência
- 12) Análise de ruído em sistemas (figura de ruído e interferência)
- 13) Conceitos de propagação em radiovisibilidade (zona de Fresnel, fator K, radiovisibilidade)
- 14) Desvanecimento seletivo e diversidade
- 15) Fatores de degradação da qualidade do sinal
- 16) Técnicas de compensação da degradação em enlaces terrestres

- 17) Técnicas de mitigação dos efeitos da degradação
- 18) Projeto, dimensionamento e performance
- 19) *Linkbudget* usando a ITU-R P-530 (ver a versão mais nova)
- 20) Estudos de caso

Comunicações Ópticas

5.1 Princípios e Planejamento DWDM



32 horas



Teórico

Objetivo: Prover aos alunos o conhecimento dos elementos de uma rede de transmissão DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*), e capacitá-los quanto ao planejamento de redes usando esta tecnologia.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de telecomunicações.

Público-Alvo: Profissionais das áreas de engenharia de telecomunicações, elétrica ou eletrônica que necessitem de conhecimentos sobre comunicações ópticas e projeto de redes DWDM.

Ementa:

- 1) Comunicações ópticas
 - 1) Vantagens/desvantagens da comunicação óptica
 - 2) Tipos de fibras ópticas
 - 3) Estrutura básica da fibra óptica
 - 4) Emendas e conectores ópticos
 - 5) Análise de atenuação nas fibras
 - 6) Índice de refração
 - 7) Confinamento da luz (lei de Snell)
 - 8) Ângulo crítico
 - 9) Abertura numérica
 - 10) Reflexão de Fresnel
 - 11) Retroespalhamento
 - 12) Reflectômetro óptico no domínio do tempo (OTDR)
 - 13) Cálculo de enlace óptico
 - 14) Amplificadores ópticos
 - 15) Dispersão cromática
 - 16) Compensação da dispersão cromática

- 17) PMD – *Polarization Mode Dispersion*
- 18) Efeitos não-lineares
- 19) Sistemas WDM (*Wavelength Division Multiplexing*)
- 20) DWDM
- 21) *Transponder*
- 22) Mux e demux
- 23) OXC (*Optical Crossconnect*)
- 24) *Upgrade* de sistemas DWDM
- 25) CWDM

2) Projeto de rede DWDM

- 1) Planejamento de enlaces ópticos DWDM
- 2) Potência de canal e potência de sinal composto
- 3) Ganho de amplificadores e figura de ruído
- 4) Fórmula geral da máxima perda permitida
- 5) Elementos do *Link Budget*
- 6) Dimensionamento de estações terminais
- 7) Cálculo para definição da melhor localização dos amplificadores de linha
- 8) Exercício de fixação: cálculo de potência do canal e total de uma rede DWDM
- 9) Análise do projeto realizado

5.2 Fibras Ópticas – Visão Geral



16 horas



Teórico

Objetivo: Apresentar as características básicas de uma fibra óptica, sua confecção e funcionamento, emendas, conectores e cabos. Os alunos envolvidos neste curso poderão acompanhar um breve relato sobre as telecomunicações e a história da fibra óptica, sua evolução e aplicações, entender o funcionamento de uma fibra óptica, identificar os diferentes tipos de fibra óptica e suas características, verificar as principais aplicações e vantagens de uma rede de fibra óptica, identificar os tipos de cabos ópticos e suas aplicações e compreender todos os tipos e etapas de uma emenda de uma fibra óptica.

Pré-requisito: Não necessita de pré-requisitos.

Público-Alvo: Profissionais das áreas de engenharia de telecomunicações, elétrica ou eletrônica que necessitem de conhecimentos básicos sobre telecomunicações, fibras e emendas ópticas.

Ementa:

- 1) Introdução às telecomunicações
 - 1) Conceito de telecomunicações

- 2) História das telecomunicações
- 2) Fibras ópticas
 - 1) Evolução da fibra óptica
 - 2) Conceitos de fibra óptica
 - 3) Cabos ópticos
- 3) Emendas ópticas
 - 1) Emenda mecânica
 - 2) Emenda por fusão
 - 3) Emenda por conectorização

5.3 Projeto de redes FTTx



40 horas



Teórico e prático

Objetivo: Conhecer todas as etapas de projetos FTTx bem como sua leitura e desenvolvimento.

Pré-requisito: Formação técnica, engenharia ou profissionais com experiência na área. Desejável conhecimento de Autocad.

Público-Alvo: Profissionais das áreas de engenharia de telecomunicações, elétrica ou eletrônica que necessitem de conhecimentos avançados e práticos sobre o projeto de redes FTTH, desde a análise e planejamento até a execução e entrega do projeto.

Ementa:

- 1) Projeto de redes FTTH
 - 1) Objetivos gerais
 - 2) Importância de um projeto bem dimensionado
 - 3) Definições importantes
 - 4) Premissas de projeto
 - 5) Planejamento de expansão de clientes e banda
 - 6) Balanceado x projeto desbalanceado
 - 7) Projeto de Prumada - FTTA
- 2) Etapas do projeto
 - 1) Análise geral e entendimento da área a ser atendida
 - 2) Definição das zonas de atendimento
 - 3) Análise e distribuição das caixas de atendimento
 - 4) Definição das margens de penetrações

- 5) Definição dos *splitters* de atendimento
 - 6) Definição da lógica e organização dos *splitters* de distribuição
 - 7) Definição das rotas dos cabos de distribuição e alimentação
 - 8) Definição dos tipos de cabos a serem utilizados no projeto
 - 9) Definição de reservas técnicas para expansão e manutenção
 - 10) Expansão de uma rede já implantada
 - 11) Definição das ferragens
- 3) Levantamento de quantitativos e custos
 - 1) Equipamentos ativos
 - 2) Cabos ópticos
 - 3) Ferragens
 - 4) Componentes passivos
 - 4) Projeto para compartilhamento de infraestrutura
 - 1) Necessidades de compartilhamento de postes
 - 2) Entendendo as normas das concessionárias de energia
 - 3) Boas práticas na implantação
 - 4) Conceitos básicos de dutos
 - 5) Projeto básico x projeto executivo
 - 5) Levantamento em campo
 - 1) Cuidados ao definir um trajeto
 - 2) Ferramentas utilizadas
 - 3) Quais os dados a serem coletados
 - 4) Coletando os dados
 - 6) Projeto em AutoCAD
 - 1) Preparando a área de trabalho
 - 2) Ferramentas necessárias
 - 3) Desenho do projeto
 - 4) Cálculo de esforço
 - 5) Indicação dos esforços
 - 7) Enviando o projeto
 - 1) Pré requisitos para envio
 - 2) Dossiê de entrega
 - 3) Acompanhamento do projeto
 - 4) Reprovações comuns
 - 8) Atividade prática: desenvolvimento ou apresentação de projeto

Redes de Dados

6.1 TCP/IP Protocolos e Aplicações



32 horas



Teórico e prático

Objetivo: O objetivo deste curso é fornecer aos participantes um conhecimento abrangente sobre conceitos básicos, arquitetura e protocolos de redes de computadores.

Pré-requisito: Não são necessários conhecimentos prévios específicos em redes de computadores, mas é recomendado que os participantes tenham familiaridade básica com conceitos de computação.

Público-Alvo: O curso destina-se a profissionais da área de tecnologia da informação que necessitem de conhecimento sólido em redes de computadores.

Ementa:

- 1) Conceitos básicos e arquitetura
 - 1) Classificação das redes
 - 2) Topologias das redes
 - 3) Introdução ao TCP/IP
 - 4) Modelos de arquitetura de protocolos (OSI e TCP/IP)
 - 5) Conceito de pacotes
 - 6) Padronização do TCP/IP
- 2) Equipamentos de interconexão
 - 1) Repetidores e *hubs*
 - 2) Pontes e *switches*
 - 3) Roteadores
 - 4) *Gateways*
- 3) Endereçamento IPv4
 - 1) Endereço IP
 - 1) Classe de endereços IP
 - 2) Endereços IP especiais

- 3) Endereços IP privativos
- 2) Pontos fracos do endereçamento IP
- 3) Endereçamento dinâmico de IPs
- 4) Endereçamento em sub-redes e super-redes (CIDR)
- 4) Endereçamento IPv6
 - 1) O protocolo IPv6: motivação e importância
 - 2) Conceitos fundamentais
 - 3) Estrutura do cabeçalho
 - 1) Cabeçalhos de extensão
 - 4) Endereçamento IPv6
- 5) Introdução ao roteamento IPv4
 - 1) Conceitos de rotas
 - 2) Métricas
 - 3) Processos e algoritmos de roteamento
 - 4) Roteamento direto e indireto
- 6) Introdução ao NAT e PAT
 - 1) Introdução
 - 2) NAT
 - 3) PAT
- 7) Protocolo IP
 - 1) Camada inter-redes - protocolo IP
 - 2) Características do protocolo IP
 - 3) O datagrama IP
 - 4) Encapsulamento de datagramas
 - 5) Tamanho do datagrama, MTU da rede e fragmentação
 - 6) Noções sobre as redes de Nova Geração – IP *New Generation* ou IPv6
- 8) Protocolo UDP
 - 1) Características
 - 2) Utilização de portas no UDP
 - 3) Formato do datagrama UDP
 - 4) Encapsulamento do datagrama UDP
- 9) Protocolo TCP
 - 1) Conceito de portas e *sockets*
 - 2) Confiabilidade e janela deslizante
 - 3) Formato do segmento

- 4) Reconhecimento e retransmissões
 - 5) Conexão e desconexão
 - 6) Controle de congestionamento
- 10) Protocolo ICMP
- 1) Formato das Mensagens ICMP
 - 2) Tipos de Mensagens ICMP
 - 1) Solicitação de eco/resposta de eco
 - 2) Destino inatingível
 - 3) Tempo esgotado (*time-out*)
 - 4) Redirecionamento
- 11) Outros protocolos e aplicações
- 1) Serviço de correio eletrônico
 - 1) Protocolos SMTP, POP e IMAP
 - 2) Serviço de páginas web
 - 1) Protocolos HTTP
 - 3) Serviço de transferência de arquivos
 - 1) Protocolos FTP
 - 4) Serviço de acesso remoto
 - 1) Protocolos TELNET
- 12) Wi-Fi
- 1) Introdução a tecnologia
 - 2) Canais de comunicação
 - 3) Configurações de segurança
 - 4) WDS

6.2 Voz e Vídeo sobre IP (VoIP)



32 horas



Teórico

Objetivo: O objetivo deste curso é fornecer aos participantes um conhecimento aprofundado sobre os protocolos IP, UDP e os conceitos relacionados a voz sobre pacotes, qualidade de serviço em redes IP e protocolos relacionados, como SIP, SDP, RTP, RTCP, H.248 e RTSP.

Pré-requisito: É recomendado que os participantes tenham conhecimentos prévios sobre redes de computadores, protocolo IP e conceitos básicos de comunicação em redes.

Público-Alvo: O curso destina-se a profissionais da área de redes de computadores, engenheiros de telecomunicações, administradores de redes, profissionais de suporte técnico e qualquer pessoa interessada em aprofundar seus conhecimentos sobre os protocolos IP, UDP e voz sobre pacotes.

Ementa:

- 1) Protocolo IP
 - 1) Camada inter-redes - protocolo IP
 - 2) Características do protocolo IP
 - 3) Encapsulamento de datagramas
 - 4) Tamanho do datagrama, MTU da rede e fragmentação
- 2) Endereçamento IPv4
 - 1) Endereço IP
 - 2) Endereçamento dinâmico de IPs
 - 3) Endereçamento em sub-redes e super-redes (CIDR)
- 3) Protocolo UDP
 - 1) Características
 - 2) Utilização de portas no UDP
 - 3) Formato do datagrama UDP
 - 4) Encapsulamento do datagrama UDP
- 4) Conceitos de voz sobre pacotes
 - 1) Conceitos de voz sobre pacotes
 - 2) Codificadores de voz: CODECs
 - 3) Avaliação dos CODECs
 - 4) Empacotamento do sinal de voz
- 5) Qualidade de serviço em redes IP
 - 1) Conceitos de qualidade de serviço
 - 2) Largura de banda
 - 3) Atraso (latência)
 - 4) Variação do atraso (*jitter*)
 - 5) Taxa de erros
 - 6) Disponibilidade
- 6) Protocolos SIP e SDP
 - 1) Arquitetura SIP
 - 2) Modos de operação
 - 3) O protocolo SDP

- 7) Protocolos para o transporte de mídia
 - 1) Protocolo RTP
 - 2) Protocolo RTCP
- 8) Interoperação PSTN e IP
 - 1) Introdução
 - 2) SIP-T, SIP-I e interoperação
- 9) Protocolo H.248
 - 1) Histórico
 - 2) Conceitos básicos
 - 3) Operação
 - 4) *Gateway login*
 - 5) *Call setup*
 - 6) *Call termination*
 - 7) Exemplos de interação – SIP e SS#7
- 10) Protocolo RTSP
 - 1) Aplicação
 - 2) O protocolo
 - 3) Modo de operação
- 11) Análise de operações SIP
 - 1) Entendendo o funcionamento do software analisador de protocolos/capturador de pacotes
 - 2) Registro em um servidor registrar
 - 3) Início e término de chamadas com Servidor SIP *Proxy*

6.3 Rede Virtual Privada – VPN



16 horas



Teórico e prático

Objetivo: O objetivo deste curso teórico e prático de 16 horas é fornecer aos participantes conhecimentos essenciais sobre VPN (Rede Virtual Privada). O curso aborda os conceitos fundamentais de VPN, seus tipos de implementação e aplicações.

Pré-requisito: É recomendado que os participantes tenham conhecimentos básicos de redes de computadores, incluindo conceitos de endereçamento IP, protocolos de rede e segurança de rede.

Público-Alvo: O curso destina-se a administradores de rede, profissionais de segurança da informação, engenheiros de redes e qualquer pessoa interessada em entender e configurar redes virtuais privadas.

Ementa:

- 1) Definição de VPN e tipos de implementação
- 2) Aplicações para VPN
- 3) Requisitos básicos
- 4) Criptografia
 - 1) Chave pública e privada
 - 2) RSA
- 5) Tunelamento e protocolos de tunelamento
 - 1) PPTP
 - 2) L2TP
 - 3) GRE
- 6) Tipos de túneis e seus requisitos
- 7) IPSec (*IP Security*)
- 8) Demonstração prática de VPN
- 9) Criação de um servidor e permissão para conexão utilizando os tipos de túnel e protocolos disponíveis

6.4 Pilares da Comunicação Segura



16 horas



Teórico e prático

Objetivo: Conceitos iniciais sobre os principais pilares e protocolos de uma comunicação segura em redes de telecomunicações. Apresentação das principais ferramentas de segurança de infraestrutura de redes. Aprendizado sobre os principais pilares de uma comunicação segura em redes de telecomunicações. Fundamentos da confidencialidade, integridade, autenticidade e irrefutabilidade de forma teórica e prática.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de redes de computadores e protocolos da web.

Público-Alvo: Profissionais que desejam adquirir conhecimentos básicos sobre segurança cibernética e entender os princípios e mecanismos de segurança utilizados para proteger sistemas e informações contra ameaças cibernéticas.

Ementa:

- 1) Princípios e conceitos da segurança cibernética
 - 1) O que é a segurança cibernética?
 - 2) Mecanismo de segurança
 - 3) Princípios da comunicação segura: diferença entre HTTP e HTTPS

- 4) Impactos da quebra de segurança
- 2) Confidencialidade
 - 1) Criptografia simétrica
 - 2) Criptografia assimétrica
 - 3) Prática de confidencialidade no Kleopatra
- 3) Integridade
 - 1) Funções de *hash* seguras (SHA)
 - 2) Códigos de autenticação de mensagens (MAC)
 - 3) Colisão de *hash*
 - 4) Prática de integridade no Kleopatra
- 4) Autenticidade
 - 1) Mecanismos de autenticação
 - 2) Certificado digital
 - 3) Prática de Autenticidade no Kleopatra
- 5) Irretratabilidade
 - 1) Princípios
 - 2) Assinatura digital
 - 3) Prática de irretratabilidade no Kleopatra
- 6) Modelo geral de comunicação segura

6.5 Protocolos de Comunicação Segura



8 horas



Teórico

Objetivo: Aprendizado sobre os protocolos utilizados para garantir uma comunicação segura. Fundamentos sobre os protocolos TLS e IPSec, assim como o estabelecimento de uma sessão segura.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de redes de computadores, conhecimentos básicos de segurança cibernética e conhecimentos de protocolos de internet.

Público-Alvo: Profissionais que desejam adquirir conhecimentos sobre protocolos seguros de comunicação, com foco no TLS e no IPSec, e entender como implementar a segurança em diferentes camadas de rede.

Ementa:

- 1) Introdução
 - 1) Motivação para o uso de protocolos seguros de comunicação

2) *Transport Layer Security* (TLS)

- 1) Estabelecimento de uma aplicação HTTP juntamente com o protocolo de comunicação segura TLS

3) Segurança IP (IPSec)

- 1) Protocolo AH
- 2) Protocolo ESP
- 3) Estabelecimento de uma sessão IPSec

6.6 Segurança de Infraestrutura



8 horas



Teórico

Objetivo: Aprendizagem sobre a segurança a nível de infraestrutura. Serão apresentadas as principais ferramentas e soluções para manutenção da segurança nas infraestruturas de uma rede.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de redes de computadores, conhecimentos de protocolos de internet e familiaridade com terminologia de segurança cibernética.

Público-Alvo: Profissionais que desejam adquirir conhecimentos sobre firewalls, IDS e IPS, e entender como essas tecnologias podem ser utilizadas para proteger redes e sistemas contra ameaças cibernéticas.

Ementa:

1) Introdução

- 1) Conceitos básicos

2) *Firewall*

- 1) *Firewalls* de filtragem de pacotes
- 2) *Firewalls* de estados
- 3) *Firewalls* de *gateway* de aplicação
- 4) *Firewalls* de *gateway* de circuito
- 5) *Firewalls* de aplicativos web
- 6) Gerenciamento unificado de ameaças (*Unified Threat Management*, UTM)
- 7) *Firewall* de última geração (*Next-Generation Firewall*, NGFW)
- 8) Arquitetura para implementação de *firewalls*

3) *Intrusion Detection System* (IDS) e *Intrusion Prevention System* (IPS)

1) IDS

- 1) *Host-Based Detection Systems* (HIDS)
- 2) *Network-Based Detection Systems* (NIDS)

2) IPS

Automação Industrial

7.1 CLP – Configuração e Programação Básica



24 horas



Prático

Objetivo: O objetivo deste curso é proporcionar uma introdução ao mundo da automação industrial, apresentando a evolução histórica dessa área e revisando conceitos fundamentais como funções lógicas e álgebra *booleana*. O curso apresenta as características gerais dos controladores lógicos programáveis (CLPs), seu princípio de funcionamento e arquitetura interna, bem como o mapeamento de sua memória interna e endereçamento. Além disso, o curso aborda a programação básica em linguagens padronizadas pela IEC61131-3, como *ladder* e texto estruturado, e apresenta exemplos práticos de aplicação industrial.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos sobre processos industriais, álgebra booleana e funções lógicas.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em programação de CLP.

Ementa:

- 1) Conceitos em automação: histórico e evolução da automação industrial
- 2) Revisão de funções lógicas e álgebra booleana
 - 1) Sistema de numeração decimal, binário, octal e hexadecimal
 - 2) Funções lógicas
 - 3) Teoremas da álgebra booleana
- 3) Características gerais dos controladores lógicos programáveis – CLPs
 - 1) Princípio de funcionamento
 - 2) Arquitetura interna dos controladores e componente básicos
- 4) Mapeamento de memória interna
 - 1) Memória de entrada e saída e memória de dados auxiliares
 - 2) Estrutura e organização da memória e endereçamento do CLP
- 5) Programação básica em linguagens padronizadas pela IEC61131-3 (*ladder* e texto estruturado)

- 1) Funções básicas de entrada e saída de informação digital
 - 2) Programação com temporizadores e contadores
 - 3) Cálculos matemáticos
- 6) Estudo de casos reais e projetos de aplicações industriais

7.2 CLP – Configuração e Programação Avançada



24 horas



Prático

Objetivo: O curso aborda o mapeamento de memória interna do CLP, abordando as memórias de entrada e saída do CLP para valores numéricos, a estrutura e organização da memória e endereçamento do CLP para variáveis numéricas, e funções para tratamento das informações numéricas (analógicas). Também será apresentada a metodologia de desenvolvimento de *software* profissional, enfatizando a programação estruturada e documentação. Interfaces gráficas, como IHM, são abordadas em termos de conceitos, alarmes, receitas e gráficos de tendências. Os inversores de frequência são introduzidos, com foco em conceito, parametrização e aplicações utilizando controle analógico e redes industriais. Servo acionamento e motores de passo também são explorados, incluindo o padrão PLC Open e aplicações práticas.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos sobre programação de CLP e processos industriais.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em programação de CLP.

Ementa:

- 1) Mapeamento de memória interna
 - 1) Memória de entrada e saída do CLP para valores numéricos
 - 2) Estrutura e organização da memória e endereçamento do CLP para variáveis numéricas
 - 3) Funções para tratamento das informações numéricas (analógicas)
- 2) Metodologia de desenvolvimento de software profissional
 - 1) Programação estruturada e documentação
- 3) Interfaces gráficas
 - 1) IHM: Conceitos, alarmes, receitas e gráficos de tendências
- 4) Inversores de frequência
 - 1) Conceito, parametrização e aplicações utilizando controle analógico e redes industriais
- 5) Servo acionamento e motores de passo

- 1) Conceito, padrão *PLC Open* e aplicações práticas
- 6) Estudo de casos reais e projetos de aplicações utilizando controle de movimento, inversores de frequência, servo motores e IHM – projeto final

7.3 Fundamentos de *Ethernet/IP*



8 horas



Teórico

Objetivo: Apresentar os conceitos de redes *Ethernet* em ambientes industriais. Os tópicos abordados incluem a introdução às redes *Ethernet*, planejamento de infraestrutura, componentes e topologia, cabos e conectores, endereçamento IP e VLAN. Descrever como utilizar o *Ethernet/IP*, validar a rede, controlar o tráfego e explorar cenários e aplicações.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de automação industrial.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em redes industriais.

Ementa:

- 1) Introdução as redes industriais *Ethernet*
- 2) Planejamento de infraestrutura
 - 1) Componentes *Ethernet* e topologia
 - 2) Cabos e conectores
 - 3) Endereçamento IP e VLAN
- 3) Utilizando o *Ethernet/IP*
 - 1) Validando a rede
 - 2) Controle de tráfego
- 4) Cenários e aplicações

Associação Profibus PITC

8.1 Fundamentos de Profibus



8 horas



Teórico

Objetivo: Fornecer aos participantes conhecimentos básicos sobre a rede Profibus. O curso aborda as características da rede, incluindo seus elementos, endereçamento, operação e instalação. Além disso, o curso apresenta o meio físico utilizado pela rede, incluindo cabos e conectores. Os conceitos básicos sobre configuração e análise da rede também são apresentados.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de automação industrial.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em redes industriais.

Ementa:

- 1) Características básicas da rede Profibus
 - 1) Elementos de rede
 - 2) Endereçamento
 - 3) Operação
 - 4) Instalação
- 2) Meio físico, cabos e conectores
- 3) Configuração de uma rede Profibus
- 4) Análise de redes Profibus
 - 1) Meio físico
 - 2) Protocolo

8.2 Comunicação Industrial com Profibus



16 horas



Prático

Objetivo: Fornecer aos participantes conhecimento mais avançado sobre a rede Profibus. O curso abrange as características da rede, incluindo seus elementos, endereçamento e operação, bem como sua instalação, englobando o meio físico utilizado, como cabos e conectores, bem como o layout das redes. O curso também aborda a estrutura do telegrama Profibus, a configuração básica e a análise mais detalhada de redes Profibus.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de automação industrial.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em redes industriais.

Ementa:

- 1) Características básicas da rede Profibus
 - 1) Elementos de rede
 - 2) Endereçamento
 - 3) Operação
- 2) Instalação
 - 1) Meio físico, cabos e conectores
 - 2) *Layout* de redes
- 3) Estrutura do telegrama Profibus
- 4) Configuração de uma rede Profibus
 - 1) Configuração básica de redes Profibus DP e PA
 - 2) Aplicações industriais envolvendo Profibus
 - 3) Integração com outras redes industriais
- 5) Análise de redes Profibus
 - 1) Meio físico
 - 2) Protocolo

8.3 Análise e Manutenção de Redes Profibus DP e PA



24 horas



Prático

Objetivo: O curso abrange a história do Profibus e a Associação Profibus *International*, bem como os elementos de rede, endereçamento e operação da rede. Além disso, o curso inclui a instalação da rede, abrangendo o meio físico RS-485 e MBP, cabos para Profibus

DP e PA, conectores DB-9 e M12, layout de redes, uso de repetidores, acopladores e links para segmentação PA, aterramento, blindagem e fibra óptica. O curso também aborda a estrutura do telegrama Profibus e exemplos de comunicação Profibus. A configuração de uma rede Profibus também é abordada, incluindo a configuração básica de redes Profibus DP e PA, configuração de parâmetros de barramento e análise de problemas que podem ocorrer durante a configuração. O curso também aborda a montagem e teste de cabos Profibus, análise de meio físico, análise de telegrama e geração de relatórios.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de automação industrial.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em redes industriais.

Ementa:

1) Características da rede Profibus

- 1) História do Profibus
- 2) Associação Profibus *International*
- 3) Elementos de rede
- 4) Endereçamento
- 5) Operação

2) Instalação

- 1) Meio físico RS-485 e MBP
- 2) Cabos para Profibus DP e PA
- 3) Conectores DB-9 e M12
- 4) *Layout* de redes
- 5) Uso de repetidores
- 6) Uso de acopladores e links para segmentação PA
- 7) Aterramento e blindagem
- 8) Fibra óptica

3) Estrutura do telegrama Profibus

- 1) Exemplos de comunicação Profibus

4) Configuração de uma rede Profibus

- 1) Configuração básica de redes Profibus DP e PA
- 2) Configuração de parâmetros de barramento
- 3) Análise de problemas que podem ocorrer durante a configuração

5) Montagem e teste de cabos Profibus

6) Análise de meio físico

- 1) Forma de onda
- 2) Gráfico de barras
- 3) Níveis de tensão

7) Análise de telegrama

8) Geração de relatório

8.4 Instalador Profibus Certificado



12 horas



Prático

Objetivo: Essa certificação aborda todas as características relacionadas a instalação de redes Profibus DP e PA. Serão vistos conceitos de projeto de *layout* de redes e segmentos assim como a montagem e teste de cabos e conectores Profibus. Ao final do curso, o participante realiza testes teórico e prático e, se aprovado, recebe a certificação internacional emitida pela associação Profibus *International*.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de circuitos elétricos.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em redes industriais.

Ementa:

- 1) Introdução
 - 1) Histórico das redes industriais
 - 2) Associação Profibus
 - 3) Resumo da rede Profibus
 - 4) Endereçamento
 - 5) Operação
 - 6) Arquivo GSD
- 2) Instalação
 - 1) Interferência em cabos
 - 2) Tipos de transmissão
 - 3) Meio físico RS-485 e Manchester
 - 4) Conectorização
 - 5) Reflexões e terminadores
 - 6) Cabos Profibus
- 3) *Layout* de redes
 - 1) Definição dos segmentos
 - 2) Comprimento de redes Profibus
 - 3) Derivações
 - 4) Acopladores DP/PA
 - 5) Espaçamento e instalação de tubos
 - 6) Aterramento
- 4) Montagem de segmentos
 - 1) Preparação de cabos

- 2) Técnicas de montagem
 - 3) Utilização de conectores
- 5) Teste de cabos
- 1) Teste de continuidade
 - 2) Teste de polaridade
 - 3) Teste de blindagem
 - 4) Medição de comprimento
 - 5) Teste de terminadores

8.5 Engenheiro e Instalador Profibus Certificado



40 horas



Prático

Objetivo: Essa certificação aborda todas as características relacionadas as redes Profibus DP e as principais características relacionadas a rede Profibus PA. Serão vistos conceitos de projeto de *layout* de redes e segmentos, assim como a montagem e teste de cabos e conectores Profibus. Na segunda parte da certificação, o participante é apresentado aos conceitos de arquivos GSD, aos campos de dados que compõem o telegrama Profibus, sendo detalhado os telegramas para cada troca de informação possível entre os elementos de rede; depois são vistos os parâmetros de temporização da rede e, por fim, os telegramas de funções estendidas do protocolo. Ao final do curso, o participante realizará testes teóricos e práticos e, se aprovado, recebe as certificações internacionais emitidas pela associação Profibus *International*.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de circuitos elétricos e automação industrial.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que trabalham com a rede Profibus e querem ser certificados.

Ementa:

- 1) Introdução
 - 1) Histórico das redes industriais
 - 2) Associação Profibus
 - 3) Resumo da rede Profibus
 - 4) Endereçamento
 - 5) Operação
- 2) Instalação
 - 1) Interferência em cabos
 - 2) Tipos de transmissão
 - 3) Meio físico RS-485 e Manchester

- 4) Conectorização
 - 5) Reflexões e terminadores
 - 6) Cabos Profibus
- 3) *Layout* de redes
- 1) Definição dos segmentos
 - 2) Comprimento de redes Profibus
 - 3) Derivações
 - 4) Acopladores DP/PA
 - 5) Espaçamento e instalação de tubos
 - 6) Aterramento
- 4) Arquivos GSD
- 5) Telegrama Profibus
- 1) Análise do telegrama de parametrização
 - 2) Análise do telegrama de configuração
 - 3) Análise do telegrama de diagnóstico
 - 4) Análise do telegrama de controle de dados
 - 5) Análise do telegrama de funções estendidas
 - 6) Análise do campo de dados de Profibus PA
- 6) Temporização
- 1) Parâmetros essenciais
 - 2) Parâmetros de funcionamento de acopladores
- 7) Montagem de segmentos
- 1) Preparação de cabos
 - 2) Técnicas de montagem
 - 3) Utilização de conectores
- 8) Teste de cabos
- 1) Teste de continuidade
 - 2) Teste de polaridade
 - 3) Teste de blindagem
 - 4) Medição de comprimento
 - 5) Teste de terminadores
- 9) Configuração de redes Profibus
- 1) Configuração básica
 - 1) Mestre, escravos e taxa de comunicação
 - 2) Manipulação de parâmetros de tempo

10) Análise de meio físico

- 1) Análise geral
- 2) Oscilografia
- 3) Gráfico de barras (nível de tensão)
- 4) Topologia

11) Análise de telegrama

- 1) Captura de telegramas
- 2) Decodificação de parametrização, configuração e diagnósticos
- 3) Configuração de escravos na ferramenta de análise (simulação de mestre)

12) Geração de relatórios de rede

8.6 Engenheiro Profibus PA Certificado



24 horas



Prático

Objetivo: Esse curso aborda os aspectos de projeto, instalação física e configuração de uma rede Profibus PA de acordo com as normas e regularizações da associação Profibus *International*. Ao final do curso, o participante realizará testes teórico e prático e, se aprovado, recebe a certificação internacional emitida pela associação Profibus *International*.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de circuitos elétricos e automação industrial.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que trabalham com a rede Profibus e querem ser certificados.

Ementa:

- 1) Introdução
 - 1) Histórico das redes industriais
 - 2) Associação Profibus
- 2) Operação
 - 1) Elementos de rede Profibus
 - 2) Lógica de funcionamento
 - 3) Endereçamento e taxas de comunicação
- 3) Instalação
 - 1) Interferência em cabos
 - 2) Tipos de transmissão
 - 3) Meio físico RS-485 e Manchester
 - 4) Conectorização

- 5) Reflexões e terminadores
- 6) Cabos
- 4) *Layout* de redes
 - 1) Definição dos segmentos
 - 2) Comprimento de redes Profibus
 - 3) Derivações
 - 4) Acopladores DP/PA
 - 5) Espaçamento e instalação de calhas
 - 6) Aterramento
- 5) Configuração
 - 1) Arquivo GSD
 - 2) Telegrama Profibus
 - 3) Troca de dados e controle global
 - 4) Temporização
 - 5) Perfil PA
 - 6) Telegramas DP-V1
- 6) Montagem e teste de cabos
- 7) Configuração de redes Profibus
 - 1) Configuração básica
 - 2) Manipulação de parâmetros de tempo
- 8) Análise de meio físico
 - 1) Análise geral
 - 2) Níveis de tensão total e por elemento
 - 3) Análise de topologia
 - 4) Análise de onda por segmento
- 9) Captura de telegrama
- 10) Parametrização estendida através de FDT e DTM
- 11) Geração de relatórios de rede

8.7 Fundamentos de Profinet



8 horas



Teórico

Objetivo: O objetivo do curso é descrever os princípios básicos da rede Profinet, suas características e aplicações práticas. O curso abrange uma introdução a rede Profinet e aos princípios básicos da rede *Ethernet*. Também são abordados os cabos e conectores Profinet, incluindo suas especificações e usos adequados. O curso apresenta a configuração da rede Profinet bem como exemplos práticos de aplicações.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de automação industrial.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em redes industriais.

Ementa:

- 1) Introdução ao Profinet
- 2) Princípios básicos de *Ethernet*
 - 1) Modelo OSI
 - 2) Endereçamento MAC e IP
 - 3) Topologia de rede
- 3) Cabos e conectores Profinet
- 4) Configuração da rede Profinet e exemplos de aplicação
 - 1) Profinet IO - características
 - 2) Configuração da rede Profinet
 - 3) Aplicações práticas
- 5) Como analisar uma rede Profinet

8.8 Comunicação Industrial com Profinet



16 horas



Prático

Objetivo: Fornecer aos participantes uma compreensão abrangente dos princípios básicos da *Ethernet*, blindagem, conexão e aterramento, além de uma introdução ao Profinet e suas principais características. O curso aborda os meios físicos da *Ethernet*, incluindo cabos e conectores, bem como técnicas de blindagem e aterramento da rede. Também serão apresentados os conceitos do Profinet IO e seu arquivo GSD. A configuração da rede Profinet também será abordada, com exemplos práticos de aplicação, incluindo a configuração básica e a manipulação de parâmetros de tempo. Será também apresentado aos participantes o uso analisador de rede para depurar problemas (*troubleshooting*).

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de automação industrial.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em redes industriais.

Ementa:

- 1) Introdução ao Profinet
- 2) Princípios básicos de *Ethernet*, blindagem, conexão e aterramento
 - 1) Meios físicos
 - 2) Blindagem de cabos
 - 3) Aterramento da rede
 - 4) Quadro *Ethernet*
 - 5) Conexão de elementos de rede
 - 6) Endereçamento IP e MAC
- 3) Profinet IO – características
- 4) Arquivo GSD
- 5) Configuração da rede Profinet e exemplos de aplicação
 - 1) Configuração básica
 - 2) Manipulação de parâmetros de tempo
 - 3) Aplicações práticas
- 6) Utilização do analisador de rede e depuração de problemas (*troubleshooting*)

8.9 Introdução ao Profinet PA



16 horas



Prático

Objetivo: Fornecer aos participantes uma compreensão abrangente dos princípios básicos da *Ethernet*, blindagem, conexão e aterramento, além de uma introdução ao Profinet e suas principais características. O curso aborda os meios físicos da *Ethernet*, incluindo cabos e conectores, bem como técnicas de blindagem e aterramento da rede. O curso proporciona aos participantes o conhecimento básico sobre as características da rede Profibus, o telegrama Profibus e a configuração da rede Profinet PA. Serão abordados exemplos de aplicação prática e a utilização de analisador de rede para solucionar problemas (*troubleshooting*) em ambas as redes.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de automação industrial.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em redes industriais.

Ementa:

- 1) Introdução ao Profinet

- 1) Princípios básicos de *Ethernet*
 - 2) Cabos e conectores
 - 3) Blindagem e aterramento de rede
 - 4) Quadro *Ethernet*
 - 5) Endereçamento IP e MAC
- 2) Profibus PA
 - 1) Características básicas
 - 2) Telegrama Profibus
 - 3) Configuração da rede Profinet PA
 - 1) Configuração da rede Profinet
 - 2) Configuração da rede Profibus PA
 - 3) Exemplos de aplicação
 - 4) Utilização do analisador de rede e depuração de problemas (*troubleshooting*)
 - 1) Depuração da rede Profinet
 - 2) Depuração da rede Profibus PA

8.10 Engenheiro Profinet Certificado



28 horas



Prático

Objetivo: Essa certificação aborda todas as características relacionadas a instalação e configuração de redes Profinet. Serão vistos conceitos de projeto de *layout* de redes assim como a montagem e teste de cabos e conectores Profinet. Na segunda parte do curso, o participante será apresentado às peculiaridades do protocolo Profinet do ponto de vista de funcionamento do protocolo e análise de rede. Ao final do curso, o participante realizará testes teóricos e práticos e, se aprovado, recebe a certificação internacional emitida pela associação Profibus *International*.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de circuitos elétricos.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais que trabalham com a rede Profinet e querem se certificar.

Ementa:

- 1) Introdução
 - 1) História do Profinet
 - 2) Associação Profibus
 - 3) Tipos de Profinet
 - 4) Funcionalidade da rede Profinet

- 2) Princípios básicos de *Ethernet*
 - 1) Modelo OSI
 - 2) Endereçamento MAC e IP
 - 3) Topologia de rede
 - 4) Tipos de *switches*
 - 5) Protocolos da camada de transporte
 - 6) Protocolo SNMP
 - 7) Requisitos *Ethernet* para aplicações Profinet
- 3) Instalação de redes Profinet
 - 1) Cabos e conectores Profinet
 - 2) Uso da fibra óptica
 - 3) Conceitos de instalação
 - 1) Interferência
 - 2) Separação de cabos
 - 3) Blindagem e aterramento
- 4) Profinet IO
 - 1) Elementos de rede Profinet
 - 2) Classes de conformidade Profinet
 - 3) Temporização do ciclo Profinet
 - 4) Uso de *proxies* e *gateways*
- 5) Arquivos GSDML
- 6) Telegrama Profinet IO
- 7) Profinet IRT
 - 1) Sincronismo em redes Profinet
 - 2) Planejamento de transmissão
- 8) TSN aplicado ao Profinet
- 9) Montagem e testes de cabos e conectores
- 10) Configuração de uma rede Profinet
 - 1) Configuração de dispositivos
 - 2) Configuração de parâmetros de tempo
 - 3) Configuração de topologias
 - 4) Integração com outras redes
- 11) *Troubleshooting*
 - 1) Análise de meio físico
 - 2) Análise de largura de banda
 - 3) Análise de protocolo
 - 4) Geração de relatório

8.11 Fundamentos de AS-Interface



8 horas



Prático

Objetivo: Fornecer uma introdução à rede AS-i (Actuator Sensor Interface), explicando suas características básicas, elementos da rede e as diferentes versões disponíveis. Serão abordados conceitos de instalação, como o cabo AS-i, montagem dos segmentos, topologia de rede e configuração da rede AS-i.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de automação industrial.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em redes industriais.

Ementa:

- 1) Introdução a rede AS-i
 - 1) Características básicas
 - 2) Elementos da rede AS-i
- 2) Versões da rede AS-i
- 3) Conceitos de instalação
 - 1) Cabo AS-i
 - 2) Montagem dos segmentos
 - 3) Topologia de rede
- 4) Configuração de uma rede AS-i

8.12 Comunicação Industrial com AS-Interface



16 horas



Prático

Objetivo: Fornecer aos participantes uma introdução às redes industriais, com ênfase em AS-i (Actuator Sensor Interface). O curso apresenta os conceitos básicos sobre meios físicos e a importância de se levar em consideração interferências eletromagnéticas na transmissão de dados em ambientes industriais. Em seguida, o curso aborda os conceitos e fundamentos de AS-i, incluindo a sua posição no processo industrial, topologia, características de segmentos, cabo AS-i, elementos de rede AS-i, comunicação e telegrama, e versões da rede AS-i. O curso também aborda a configuração de uma rede AS-i, incluindo a lógica de programação com rede AS-i.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de automação industrial.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em redes industriais.

Ementa:

- 1) Introdução as redes industriais
- 2) Meios físicos
 - 1) Interferências eletromagnéticas
 - 2) Meios físicos para transmissão
 - 3) Classificação dos sistemas de transmissão
 - 4) Modelo OSI
- 3) Conceitos e fundamentos de AS-i
 - 1) Posicionamento no processo industrial
 - 2) Topologia
 - 3) Características de segmentos
 - 4) Cabo AS-i
 - 5) Elementos de rede AS-i
 - 6) Comunicação e telegrama
 - 7) Versões da rede AS-i
- 4) Configuração de uma rede AS-i
 - 1) Lógica de programação com rede AS-i

8.13 Fundamentos de IO-Link



8 horas



Prático

Objetivo: O curso apresenta os conceitos básicos do protocolo IO-Link, descrevendo sua estrutura e os elementos envolvidos na comunicação, tais como o mestre e o dispositivo IO-Link, cabos e conectores, e o IODD. Serão abordados também temas como a taxa de comunicação, modos de operação e estrutura de um dispositivo IO-Link. Também será abordada a configuração e parametrização prévia e online de dispositivos IO-Link.

Pré-requisito: Conhecimentos básicos de automação industrial.

Público-Alvo: Engenheiros, técnicos e profissionais interessados em redes industriais.

Ementa:

- 1) Histórico da comunicação ponto-a-ponto
 - 1) Posicionamento no processo
- 2) Estrutura básica do protocolo IO-Link
 - 1) Mestre IO-Link
 - 2) Dispositivo IO-Link

- 3) Cabos e conectores
 - 4) IODD
 - 5) Taxa de comunicação
 - 6) Modos de operação
-
- 3) Estrutura de um dispositivo
 - 4) Troca de dados
 - 5) Configuração de dispositivos IO-Link
 - 6) Parametrizações prévia e online

Controle de versões

1. Versão 1.0 - versão de lançamento;