



Guia de cursos 2020

Inatel

Sobre o Inatel

Fundado em 1965, o **Instituto Nacional de Telecomunicações** é uma das instituições de Ensino e desenvolvimento de tecnologia **mais importantes** do país.



Capacitação tecnológica **sob demanda**



CONSULTORIA

- Cooperação para análises e discussões técnicas, aconselhamento e pesquisa, com foco na solução de problemas ou direcionamento de investimentos.



TREINAMENTO

- Aplicação de treinamentos técnicos, tanto presenciais quanto EaD.
- Customização de conteúdos visando otimização de resultados.
- Tutoria presencial, EaD ou In Company.



METODOLOGIA

- Academia Corporativa.
- Programas de Certificação.
- LMS (Learning Management System).
- Talents Factory.

Soluções oferecidas

ESTAÇÃO
E PROTOTIPAGEM

Educação Continuada

Consultoria

Consultoria em
Competências

Consultoria
Técnica

Treinamentos

Treinamentos
Regulares
(Presenciais /
EaD)

Tutoria in
company

Produção de
Conteúdo
(Presencial/
EaD)

Plataforma/ Metodologia

Fábrica de
Talentos

Academia
Corporativa

Programas de
Certificação



Sistemas Móveis Celulares

Sumário

Introdução aos Sistemas Móveis Celulares	7
Redes móveis - Conceitos e aplicações	8
2G: Sistemas GSM/GPRS/EDGE	10
3G: Sistemas UMTS/HSPA/HSPA+.....	12
Sistemas de Quarta Geração.....	15
Sistemas de Quinta Geração.....	30



Introdução aos Sistemas Móveis Celulares

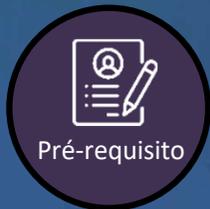
Objetivo: Apresentar os conceitos básicos sobre sistemas móveis celulares.

Ementa

- Introdução
 - Conceitos básicos
 - Evolução dos sistemas móveis
- Arquitetura dos sistemas
 - Arquitetura 2G, 3G, 4G e 5G
- Técnicas de múltiplo acesso e duplexação
 - FDMA (*Frequency Division Multiple Access*)
 - TDMA (*Time division Multiple Access*)
 - CDMA (*Code Division Multiple Access*)
 - OFDMA (*Orthogonal Division Multiple Access*).
 - SC-FDMA (*Single Carrier - Frequency Division Multiple Access*)
 - FDD (*Frequency Division Duplexing*)
 - TDD (*Time Division Duplexing*)



16h



Pré-requisito



Teórico

Treinamento

Pré-requisitos do curso: Conhecimentos dos conceitos básicos de telecomunicações.



Redes Móveis - Conceitos e aplicações

Treinamento

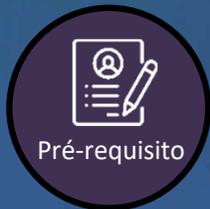
Objetivo: Apresentar conceitos básicos sobre comunicações móveis evidenciando arquitetura e camada física dos principais sistemas em operação atualmente.



24h

Ementa

- Sistemas de segunda geração (2G)
 - Introdução (Histórico, principais tecnologias, conceitos básicos)
 - Arquitetura GSM/GPRS/EDGE
 - Arquitetura IS-95A/IS-95B
 - Camada física (Conceitos básicos, principais técnicas, método de acesso)
- Sistemas de terceira geração (3G)
 - Introdução (Histórico, principais tecnologias, conceitos básicos)
 - Arquitetura WCDMA/HSPA/HSPA+
 - Arquitetura 1xRTT (CDMA2000)/EV-DO
 - Camada física (Conceitos básicos, principais técnicas, método de acesso)
- Sistemas de quarta geração (4G)
 - Introdução (Histórico, principais tecnologias, conceitos básicos)
 - Arquitetura LTE/SAE
 - Camada física (Conceitos básicos, principais técnicas, método de acesso)



Pré-requisito



Teórico



Redes Móveis - Conceitos e aplicações

Treinamento

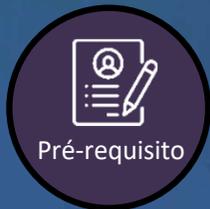
Ementa (Continuação)

- Sistemas de quinta geração (5G)
 - Introdução (Motivação, requerimentos, principais projetos de pesquisa, conceitos básicos)
 - Arquitetura New Radio (3GPP Release 15)
 - Camada física (Conceitos básicos, principais técnicas, método de acesso)
- VoLTE, ViLTE, VoWiFi
 - Introdução (Definição dos serviços de voz e vídeo sobre LTE e Wi-Fi, cenários de aplicação)
 - Arquiteturas
 - Modo de operação, principais técnicas, serviços complementares
- IoT, IPv4 e IPv6
 - “O que é Internet das coisas?”, principais tecnologias, coexistência com sistemas móveis
 - IPv4 e IPv6 (Histórico, Motivações IPv6, conceitos fundamentais, comparativo)

Pré-requisitos do curso: Conhecimentos básicos de telecomunicações. Desejável conhecimento básico de redes móveis celulares.



24h



Pré-requisito



Teórico



2G: Sistemas GSM/GPRS/EDGE

Treinamento

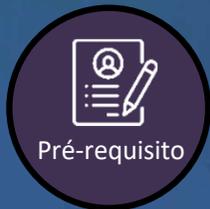
Objetivo: Compreender os fundamentos dos sistemas 2G GSM e suas evoluções GPRS e EDGE, seus requisitos e principais características. Descrever as características das técnicas TDMA, bem como outras funcionalidades de camada física, interface aérea e arquitetura de rede. Detalhar os principais procedimentos realizados pelo sistema.



24h

Ementa

- Introdução
 - Histórico dos sistemas celulares
 - Termos utilizados, Evolução
 - Características do sistema GSM/GPRS/EDGE
- Arquitetura GSM/GPRS/EDGE
 - Divisão funcional das redes GSM/GPRS/EDGE
 - Elementos e suas funções: MS (*Mobile Station*); BTS (*Base Transceiver Station*); BSC (*Base Station Controller*); MSC (*Mobile Switching Center*); VLR (*Visitor Location Register*); HLR (*Home Location Register*); AuC (*Authentication Center*); EIR (*Equipment Identity Register*); SGSN (*Serving GPRS Support Node*); GGSN (*Gateway GPRS Support Node*)
- Interface aérea
 - Interfaces e protocolos (Um, Abis, A, Gb)
 - Alocação de canais (Canais lógicos, de transporte e físicos)



Pré-requisito



Teórico



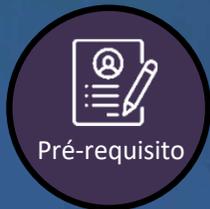
2G: Sistemas GSM/GPRS/EDGE

Ementa (Continuação)

- Camada física
 - Técnicas de Duplexação: FDD (*Frequency Division Duplexing*); TDD (*Time Division Duplexing*)
 - Técnica de Múltiplo Acesso: TDMA (*Time Division Multiple Access*)
 - Estrutura de quadro
 - Formatação da Rajada
 - Classes *Multislot*
 - Modulação: GMSK; 8-PSK
 - Codificação de Canal
- Principais procedimentos e demais funcionalidades
 - Inicialização do móvel; Autenticação; Criptografia; Pedido de conexão; Estabelecimento de chamadas; Casos de tráfego; Gerenciamento de mobilidade; Tarifação; *Paging*; *Hard Handover*.
 - Estados do móvel



24h



Pré-requisito



Teórico

Pré-requisitos do curso: Conhecimentos em telecomunicações e sistemas de comunicações móveis.



3G: Sistemas UMTS/HSPA/HSPA+

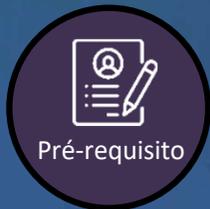
Objetivo: Compreender os fundamentos dos sistemas 3G UMTS e suas evoluções HSPA e HSPA+, seus requisitos e principais características. Descrever as características das técnicas CDMA, bem como outras funcionalidades de camada física, interface aérea e arquitetura de rede. Detalhar os principais procedimentos realizados pelo sistema.



24h

Ementa

- Introdução
 - Histórico dos sistemas móveis celulares
 - IMT-2000
 - Requerimentos da terceira geração
 - Características do sistema UMTS
 - Releases do 3GPP (Rel99; Rel4; Rel5; Rel6; Rel7)
 - Compatibilidade Reversa
 - Coexistência com o sistema GSM/GPRS/EDGE
 - Serviços oferecidos
- Arquitetura do sistema UMTS/HSPA/HSPA+
 - Divisão funcional das redes UMTS/HSPA/HSPA+
 - Características da rede de acesso: UTRA (*UMTS Terrestrial Radio Access*)
 - Elementos e suas funções



Pré-requisito



Teórico



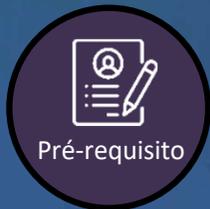
3G: Sistemas UMTS/HSPA/HSPA+

Ementa (Continuação)

- Interface aérea
 - Interfaces e protocolos (Uu; Iub; IuPS; IuCS)
 - Alocação de canais (Canais lógicos, de transporte e físicos)
 - Alocação de espectro; Largura de faixa
- Camada física
 - Técnicas de Duplexação: FDD (*Frequency Division Duplexing*); TDD (*Time Division Duplexing*)
 - Técnica de Múltiplo Acesso: CDMA (*Code Division Multiple Access*)
 - Princípios do espalhamento espectral
 - Robustez quanto a interferências
 - Códigos de espalhamento e embaralhamento (OVSF/*Gold*)
 - Fator de espalhamento
 - Receptor *Rake*
 - Estrutura de quadro
 - Taxas de transmissão
 - Controle de potência (*Open/Closed Loop*)



24h



Pré-requisito



Teórico



3G: Sistemas UMTS/HSPA/HSPA+

Treinamento

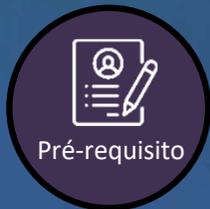
Ementa (Continuação)

- Principais procedimentos e demais funcionalidades
 - Estabelecimento de serviços, *GPRS Attach*, *PDP Context Activation*; *Soft/Softer Handover*; Realocação (SRNC/DRNC)
 - Estados do móvel
 - Perfis de qualidade de serviços
 - Tarifação
 - Técnicas HSPA (AMC; HARQ; *Fast Scheduling*)

Pré-requisitos do curso: Conhecimentos em telecomunicações, sistemas de comunicações móveis, sistemas de segunda geração.



24h



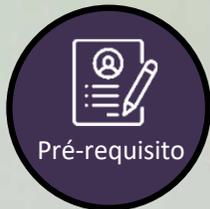
Pré-requisito



Teórico



176h



Pré-requisito



Teórico

Programa de Capacitação – Sistemas de Quarta Geração

Programa

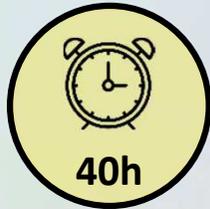
Objetivo: Compreender os fundamentos dos sistemas 4G LTE/SAE, seus requisitos e principais características.

O programa descreve as características das técnicas OFDMA, SC-FDMA e MIMO, bem como outras funcionalidades de camada física, interface aérea e arquitetura de rede. Detalha os principais procedimentos realizados pelo sistema. Define as funcionalidades voz e vídeo sobre LTE e Wi-Fi demonstrando as arquiteturas LTE/SAE e IMS e seus elementos, interfaces e os principais procedimentos realizados. Cinco cursos compõem o programa:

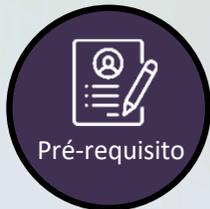
- **Módulo 1: Sistemas LTE/SAE**
 - Carga Horária: 40h
- **Módulo 2: Planejamento de Redes LTE**
 - Carga Horária: 32h
- **Módulo 3: Sinalização LTE**
 - Carga Horária: 24h
- **Módulo 4: Voz e Vídeo sobre LTE e Wi-Fi**
 - Carga Horária: 56h
- **Módulo 5: IMS**
 - Carga Horária: 24h

Pré-requisitos: Conhecimentos básicos de telecomunicações.

Programa de Capacitação



40h



Pré-requisito



Teórico

4G: Sistemas LTE/SAE

Ementa

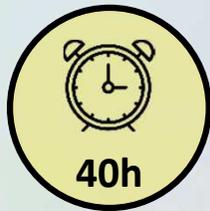
- Introdução LTE/SAE
 - Evolução dos sistemas celulares
 - IMT *Advanced*
 - Requerimentos do sistema
 - Características do LTE/SAE
- Arquitetura do sistema LTE/SAE
 - Divisão funcional do sistema
 - Características e funções e funções de acesso e core
 - Plano de controle e plano de usuário
 - Elementos e suas funções: UE (*User Equipment*); eNodeB (*Evolved NodeB*); MME (*Mobility Management Entity*); S-GW (*Serving Gateway*); P-GW (*Packet Date Network Gateway*); HSS (*Home Subscriber Server*); PCRF (*Policy & Charging Control Function*)



4G: Sistemas LTE/SAE

Ementa

- Interface aérea
 - Interfaces e protocolos (Uu; X2; S1-MME; S1-U)
 - Alocação de canais (Canais lógicos, de transporte e físicos)
 - Alocação de espectro; Largura de faixa
 - MIMO (*Multiple Inputs Multiple Outputs*); *Beamforming*
- Camada física
 - Técnicas de Duplexação: FDD (*Frequency Division Duplexing*); TDD (*Time Division Duplexing*)
 - Técnica de Múltiplo Acesso: OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) e SC-FDMA (*Single Carrier Frequency Division Multiple Access*)
 - OFDM utilizando FFT/IFFT
 - Estrutura do quadro LTE
 - *Resource Blocks*
 - Propagação rádio móvel através de múltiplos percursos
 - Prefixo cíclico
 - Desvio Doppler: Características e efeitos no sistema
 - Sinais de referência/sincronismo
 - MIMO no OFDM



40h



Pré-requisito



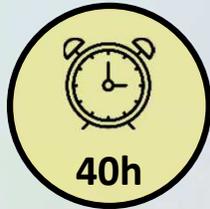
Teórico



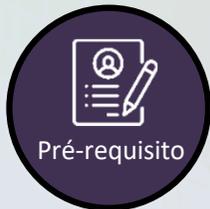
4G: Sistemas LTE/SAE

Ementa

- Principais procedimentos e demais funcionalidades
 - Busca inicial (Critérios de seleção); Acesso aleatório; Re-seleção e *Handover*; Controle de potência;
 - Estados do móvel
 - Difusão de informações do sistema (SIBs)
 - Identidades da rede e do UE
 - Identificação de célula



40h



Pré-requisito



Teórico



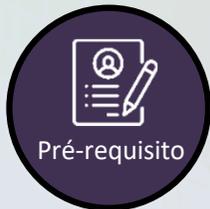
4G: Planejamento de redes LTE

Ementa

- Introdução
 - Introdução ao projeto de um sistema LTE/SAE
 - Evolução dos sistemas celulares até a quarta geração
 - Requerimentos LTE
 - Características chave do sistema LTE/SAE
 - Arquitetura de rede do sistema LTE/SAE
 - Fatores que influenciam no projeto de um sistema LTE
 - Desempenho do sistema LTE
 - Resultados a serem obtidos no projeto
 - Indicadores chave de desempenho
- Modelos de propagação
 - Espaço livre; Okumura Hata; Cost-231; Erceg-Greenstein
 - Comparação entre os modelos apresentados
 - Fatores que limitam a cobertura de um sistema LTE (Preâmbulos de PRACH e Alinhamento temporal).



32h



Pré-requisito



Teórico



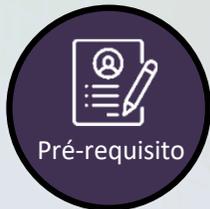
4G: Planejamento de redes LTE

Ementa

- Alocação de espectro e projeto de Rádio Frequência
 - Bandas de operação
 - Larguras de faixa do canal
 - Espaçamento de canal
 - Considerações sobre bandas de guarda
 - Projeto de RF do sistema LTE
 - Ganhos, perdas e margens de projeto
 - Elaboração e cálculo do link budget
 - Cálculo para determinação da quantidade necessária de sites para cobertura de uma determinada área
- Planejamento de capacidade do sistema LTE
 - Estrutura de camada física
 - Overheads do sistema
 - Cálculo da taxa de transmissão de *Downlink* e de *Uplink*
 - Taxas instantâneas de pico obtíveis
 - Taxas sustentáveis máximas
 - Cálculo do número de usuários por célula
 - Impacto do *MAC Scheduler* na capacidade do sistema e Relação entre capacidade, modulação/codificação e interferência.



32h



Pré-requisito



Teórico



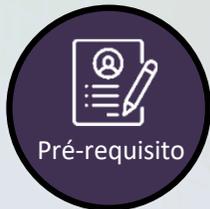
4G: Planejamento de redes LTE

Ementa

- Reuso de Frequências
 - Planejamento dos sinais de referencia de UL
 - Planejamento de PCI (*Physical Cell ID*)
 - Reuso de frequência baseado em blocos de recurso
 - Padrões de reuso
 - Relação CINR em um sistema LTE
 - Diminuindo o impacto de uma baixa CINR
 - Redução da interferência co-canal.
- Capacidade de *Paging* e planejamento de *Tracking Area*
 - Introdução
 - Características do *Paging* no sistema LTE
 - Cálculo da capacidade de *Paging*
 - Dimensionamento de *Tracking Area*
 - Planejamento de *Tracking Area*



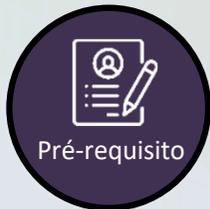
32h



Pré-requisito



Teórico



4G: Sinalização LTE

Ementa

- Arquitetura 3GPP LTE/SAE
 - Domínios da arquitetura 3GPP
 - Divisão funcional da rede LTE/SAE
 - Funções da rede core LTE/SAE
 - Evolução da arquitetura de rede 3GPP
 - Elementos e suas funções
 - Protocolos do plano de controle de usuário
 - Interfaces da rede LTE/SAE
 - Conexão entre redes WCDMA/HSPA e LTE/SAE
 - *Interworking* entre 3GPP e Non 3GPP.
- Procedimentos no estado Idle:
 - Procedimentos do UE em estado Idle
 - Estados e procedimentos RRC
 - Visão geral dos processos de sinalização em estado Idle
 - Procedimento de seleção de célula
 - Procedimento de acesso aleatório
 - Procedimento de reSeleção de célula



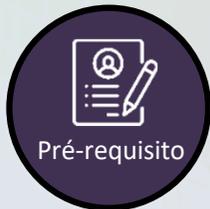
4G: Sinalização LTE

Ementa

- Registro e estabelecimento do EPS Bearer
 - Visão geral do processo de registro no EPS
 - Bearers estabelecidos durante o registro
 - Procedimento de *attach* inicial e seleção do MME
 - Procedimentos de autenticação e segurança
 - Estabelecimento da conectividade IP (*IP CAN*)
 - Aceitação do procedimento de *attach* e estabelecimento de DRB
 - Finalização do procedimento de *attach*.
- Gerência de mobilidade em estado Conectado
 - Introdução aos procedimentos de rede em estado Conectado
 - Medições executadas pelo UE
 - Parâmetros relacionados aos eventos de medição
 - *Handover* baseado na interface X2
 - *Handover* baseado na interface S1
 - Procedimento de *Tracking Area Update* em estado Conectado
 - Procedimento de *Tracking Area Update* em estado *Idle*



24h



Pré-requisito



Teórico



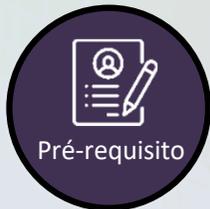
4G: Sinalização LTE

Ementa

- Mobilidade entre redes LTE e WCDMA
 - Interfaces envolvidas no processo de IRAT *Handover* (S3/S4/S12)
 - Pilha de protocolos do plano de usuário
 - Pilha de protocolos do plano de controle
 - Medições executadas para IRAT *Handover*
 - Processo de *Handover* LTE para WCDMA
 - Processo de *Handover* WCDMA para LTE
 - Procedimento de *Routing Area Update* em estado RRC *Idle*
 - Processo de *Circuit Switched Fallback* (Arquitetura 3GPP para CSFB, Procedimento de *attach* para CSFB, Processo de CSFB em estado conectado, Processo de CSFB em estado *Idle*, SMS over LTE)



24h



Pré-requisito



Teórico



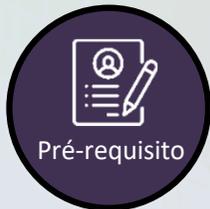
4G: Voz e Vídeo sobre LTE e Wi-Fi

Ementa

- Introdução
 - Definição dos serviços voz e vídeo sobre LTE e Wi-Fi
 - Padrões
 - Comparativo dos serviços entre arquiteturas LTE e Wi-Fi.
- Arquitetura
 - Elementos LTE/SAE e suas funções: UE (*User Equipment*); eNodeB (*Evolved NodeB*); MME (*Mobility Management Entity*); S-GW (*Serving Gateway*); P-GW (*Packet Date Network Gateway*); HSS (*Home Subscriber Server*); PCRF (*Policy & Charging Control Function*)
 - Elementos IMS e suas funções: P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF, TAS (*Telephony Application Server*); MRF (*Media Resource Function*); IBCF (*Interconnection Border Control Function*); TG (*Transition Gateway*); IMS-ALG (*IMS Application Level Gateway*); IMS-AGW (*IMS Access Gateway*); MGCF (*Media Gateway Control Function*); IMS-MGW (*IMS Media Gateway*); BGCF (*Breakout Gateway Control Function*)
 - Arquitetura Wi-Fi, Rede, Configurações típicas, *Access Points*, Estações móveis.



56h



Pré-requisito



Teórico



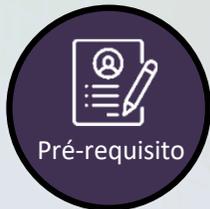
4G: Voz e Vídeo sobre LTE e Wi-Fi

Ementa

- Interfaces e Protocolos:
 - Interfaces EUTRAN: Uu; X2
 - Interfaces EPC: S1-MME, S1-U, S1-AP, S5, S6a, S9, S10, S11, Gx
 - Interfaces IMS, Rx, Sgi, Cx, Sh, Gm, Ut, Mx, Mw, Mg, Mi, Mj, ISC, Mr, Mr', Cr, Mb, Ici, Izi
 - Interfaces Wi-Fi
 - Protocolos, SIP, HTTP/XCAP, RTP/RTCP, TCP/IP, UDP/IP, Diameter, Wi-Fi, PHY, MAC
- Procedimentos IMS
 - *VoLTE UE Attachment e IMS Registration*
 - *VoLTE UE Initiated Detach e IMS Deregistration*
 - *Basic VoLTE UE to VoLTE UE Call Establishment (Originating Side/Terminating Side)*
 - *Basic VoLTE UE to VoLTE UE Call Clearing (Initiated/Received)*
 - *IMS Emergency Sessions*
 - Registro
 - Inicialização de sessão
 - *IMS Conferencing*
 - Criação de uma conferência
 - Conferência iniciada pelo usuário
 - Conferência iniciada pela rede



56h



Pré-requisito



Teórico



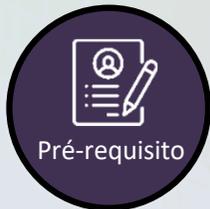
4G: Voz e Vídeo sobre LTE e Wi-Fi

Ementa

- Capítulo 5: ENUM/DNS
 - Funcionalidade
 - Arquitetura de registro
- Gerência de Tráfego e Políticas
 - PCC (Policy and Charging Control)
 - *DiffServ*
 - *Session Border Controllers*
 - Interceptação Legal
 - Segurança
- Serviços complementares
 - SRVCC (*Single Radio Voice Call Continuity*)
 - PS Handover
 - *IMS Service Centralization and Continuity*
 - *Communication Barring, Diversion, Hold*
 - *Conference*
 - *Message Waiting*
 - *Originating Identification Presentation/Restriction*
 - *Codecs*



56h



Pré-requisito



Teórico



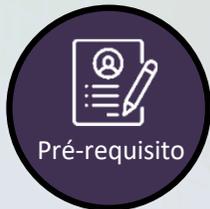
IMS – IP Multimedia Subsystem

Ementa

- Introdução
 - Evolução das redes móveis 3GPP
 - Introdução a redes IP
 - Linha do tempo do desenvolvimento IMS
 - Definições
- Arquitetura LTE/SAE e IMS
 - Elementos LTE/SAE e suas funções: UE (*User Equipment*); eNodeB (*Evolved NodeB*); MME (*Mobility Management Entity*); S-GW (*Serving Gateway*); P-GW (*Packet Data Network Gateway*); HSS (*Home Subscriber Server*); PCRF (*Policy & Charging Control Function*)
 - Elementos IMS e suas funções: P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF, TAS (*Telephony Application Server*); MRF (*Media Resource Function*); IBCF (*Interconnection Border Control Function*); TG (*Transition Gateway*); IMS-ALG (*IMS Application Level Gateway*); IMS-AGW (*IMS Access Gateway*); MGCF (*Media Gateway Control Function*); IMS-MGW (*IMS Media Gateway*); BGCF (*Breakout Gateway Control Function*)



24h



Pré-requisito



Teórico



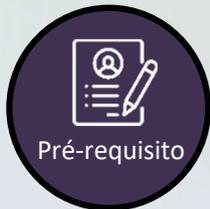
IMS – IP Multimedia Subsystem

Ementa

- Interfaces e Protocolos
 - Interfaces IMS, Rx, Sgi, Cx, Sh, Gm, Ut, Mx, Mw, Mg, Mi, Mj, ISC, Mr, Mr', Cr, Mb, Ici, Izi
 - Protocolos, SIP, HTTP/XCAP, RTP/RTCP, TCP/IP, UDP/IP, Diameter,
- Conceitos IMS
 - Registro
 - Tipos de sessões
 - Identidades
 - QoS e Tarifação
 - *User Profile e Service Provision*
 - Serviços IMS (VoIMS; VoLTE; VoIP; Sessões de Conferência; *Instant Messaging*)
 - Segurança (Autenticação; Registro)
 - Cenários de mobilidade entre redes 2G/3G/4G



24h



Pré-requisito



Teórico



Programa de Capacitação – Sistemas de Quinta Geração

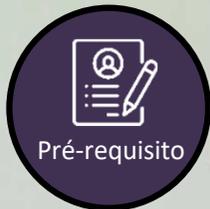
Programa

Objetivo: O programa apresenta os fundamentos básicos da tecnologia 5G, a funcionalidade dos sistemas 5G *New Radio*, seus requisitos e principais características. Onze cursos compõem o programa:

- **Módulo 1: Introdução à Quinta Geração**
 - Carga Horária: 16h
- **Módulo 2: 5G: Sistemas New Radio**
 - Carga Horária: 32h
- **Módulo 3: 5G New Radio: Fundamentos, Arquitetura e Aplicações**
 - Carga Horária: 8h
- **Módulo 4: 5G New Radio: Fundamentos da Camada Física**
 - Carga Horária: 8h
- **Módulo 5: 5G: Tecnologias facilitadoras para 5G NR**
 - Carga Horária: 10h
- **Módulo 6: 5G: Fundamentos de MIMO Massivo e Beamforming**
 - Carga Horária: 16h
- **Módulo 7: 5G New Radio: Coexistência entre Sistemas Terrestres e Satelitais**
 - Carga Horária: 8h



134h

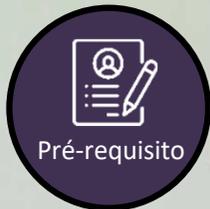


Pré-requisito



Teórico

Programa de Capacitação



Pré-requisito



Teórico

Programa de Capacitação – Sistemas de Quinta Geração

- **Módulo 8: 5G New Radio: Fundamentos de Testes**
 - Carga Horária: 8h
- **Módulo 9: 5G New Radio: 5G New Radio: Conceitos e Aplicações em Ondas Milimétricas (mmWave)**
 - Carga Horária: 8h
- **Módulo 10: 5G New Radio: Procedimentos de rede – Modo NSA**
 - Carga Horária: 8h
- **Módulo 11: 5G New Radio: Procedimentos de rede – Modo SA**
 - Carga Horária: 12h

Programa de Capacitação

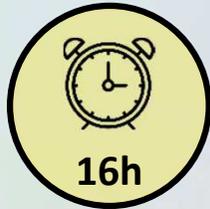
Pré-requisitos: Conhecimentos básicos de telecomunicações.



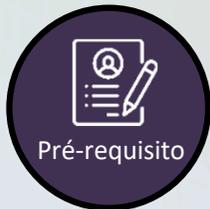
5G: Introdução à quinta geração

Ementa

- Introdução
 - História das comunicações móveis
 - 5G, o que esperar desta tecnologia
 - IMT-2020
 - Requerimentos do sistema
 - Cenários de uso
 - Principais aplicações (Automação Industrial; Procedimentos médicos; Realidade Virtual e Realidade Aumentada; *Smart Cities*; Teleproteção em *SmartGrid*; Veículos Autônomos)
- Arquitetura NG-RAN/NGC
 - Elementos New Radio/5GC e suas funções: UE (User Equipment); ng-eNodeB; gNodeB; em-gNodeB
 - Opções de implementação
 - Elementos 5GC e suas funções: AMF (*Core and Access Mobility Function*); AUSF (*Authentication Server Function*); PCF (*Policy Charging Function*); SMF (*Session Management Function*); UDM (*Unified Data Management*); UPF (*User Plane Function*)



16h



Pré-requisito



Teórico



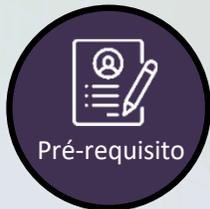
5G: Introdução à quinta geração

Ementa

- Camada física
 - Espectro de frequência
 - Técnicas de Múltiplo acesso
 - Especificações de camada física
 - Estrutura de quadro
 - Operação com múltiplas antenas
 - Modulação



16h



Pré-requisito



Teórico



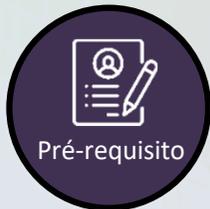
5G: Sistemas *New Radio*

Ementa

- Introdução
 - Histórico das Comunicações Móveis
 - Evolução das Redes Sem Fio
 - 5G, O que esperar dessa tecnologia?
 - ITU (*International Telecommunication Union*)
 - IMT (*International Mobile Telecommunications*)
 - Requisitos do IMT-2020
 - Principais características
 - Cenários de uso
 - Principais aplicações (Automação Industrial; Procedimentos médicos; Realidade Virtual e Realidade Aumentada; *Smart Cities*; Teleproteção em *SmartGrid*; Veículos Autônomos)
 - Padronização 3GPP



32h



Pré-requisito



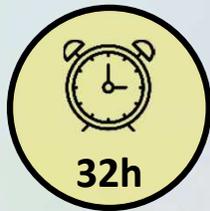
Teórico



5G: Sistemas *New Radio*

Ementa

- Arquitetura NG-RAN (*Next Generation Radio Access Network*)
 - New Radio
 - Elementos NG-RAN (eNodeB; ng-eNodeB; gNodeB; en-gNodeB)
 - Funções NG-RAN
 - Opções de implementação
 - *Cloud RAN*
- Interface aérea
 - Interfaces e protocolos
 - Alocação de canais (Canais lógicos, de transporte e físicos)
 - *Dual Connectivity*
 - EN-DC
 - *Small Cells*
 - *Beamforming* e *Beamsteering*



32h



Pré-requisito



Teórico



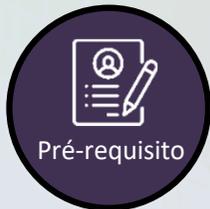
5G: Sistemas *New Radio*

Ementa

- Arquitetura 5GC (5G Core)
 - Elementos 5GC suas funções: AMF (*Core Access and Mobility Function*); SMF (*Session Management Function*); UPF (*User Plane Function*); PCF (*Policy and Charging Function*); UDM (*Unified Data Management*); UDR (*User Data Repository*); AUSF (*Authentication Server Function*);
 - Elementos para interoperação com NFV (*Network Function Virtualization*): NRF (*Network Repository Function*); NEF (*Network Exposure Function*)
 - Elementos para interoperação com Network Slicing: NSSF (*Network Slice Selection Function*)
- Camada Física
 - Bandas e frequências de operação (Faixas Sub-6GHz e *mmWave*)
 - Técnicas de Duplexação: FDD (*Frequency Division Duplexing*); TDD (*Time Division Duplexing*)
 - 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)
 - Estrutura de quadro (*Timeslots*; Configuração de formato de *timeslot*)
 - *NR Resource Grid* (*NR Resource Block*; Espaçamento entre subportadoras; Prefixo cíclico)
 - Modulação
 - Operação com múltiplas antenas (*Massive MIMO*; Arranjos de antenas)



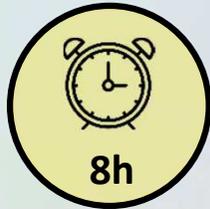
32h



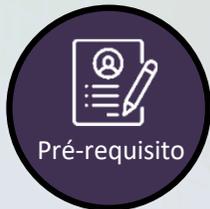
Pré-requisito



Teórico



8h



Pré-requisito



Teórico

5G New Radio: Fundamentos, Arquitetura e Aplicações

Ementa

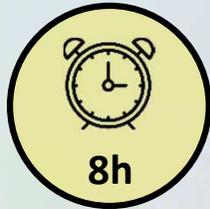
- Introdução
 - História das comunicações móveis
 - 5G, o que esperar desta tecnologia
 - IMT-2020
 - Requerimentos do sistema
 - Cenários de uso
 - Principais aplicações (Automação Industrial; Procedimentos médicos; Realidade Virtual e Realidade Aumentada; *Smart Cities*; Teleproteção em *SmartGrid*; Veículos Autônomos)
 - Fases 5G do 3GPP
 - Sistema New Radio
- Arquitetura NG-RAN (*Next Generation Radio Access Network*)
 - *Non-Standalone & Standalone*
 - Elementos NG-RAN (eNodeB; ng-eNodeB; gNodeB; en-gNodeB)
 - Funções NG-RAN
 - Opções de implementação



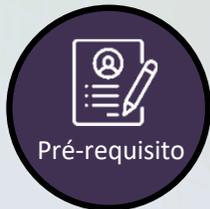
5G New Radio: Fundamentos, Arquitetura e Aplicações

Ementa

- *Cloud RAN*
- *Dual Connectivity*
- *EN-DC*
- *Small Cells*



8h



Pré-requisito



Teórico

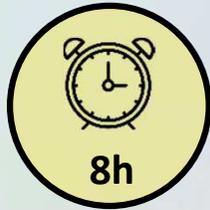
- *Arquitetura 5GC (5G Core)*
 - *Elementos 5GC suas funções: AMF (Core Access and Mobility Function); SMF (Session Management Function); UPF (User Plane Function); PCF (Policy and Charging Function); UDM (Unified Data Management); UDR (User Data Repository); AUSF (Authentication Server Function);*
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



5G New Radio: Fundamentos da Camada Física

Ementa

- Fundamentos da camada física de rádio
- Conceitos sobre numerologia flexível
- Aspectos motivacionais a respeito dos espaçamentos maiores entre subportadoras previstos pelo padrão
- *Resource grid*
- Estrutura do quadro
- Esquemas de multiplexação
- Descrição geral da camada física
 - Parâmetros da camada física e seus serviços
 - Geração do sinal em banda base 5G NR
 - Canais físicos do 5G NR
 - Recurso de controle CORESET
 - *Antenna ports*, precodificação e *quasi-colocated antennas*
 - Sinais físicos do 5G NR
 - Alocação de potência de transmissão
 - Codificação de canal
 - Fundamentos de OFDMA



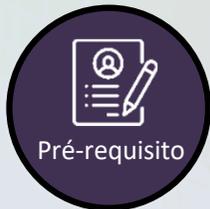
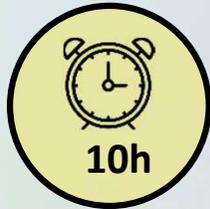
8h



Pré-requisito



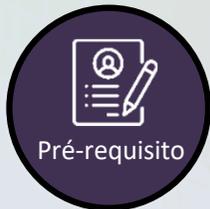
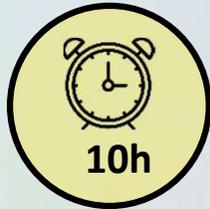
Teórico



5G: Tecnologias facilitadoras para 5G NR

Ementa

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



Pré-requisito



Teórico

5G: Fundamentos de MIMO Massivo e *Beamforming*

Ementa

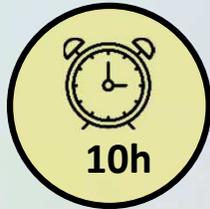
- Introdução
 - Definição
 - Requerimentos para MIMO Massivo
 - Elementos de antenas
 - *Arrays* de antenas
- Camada Física
 - Bandas e frequências de operação (Faixas Sub-6GHz e *mmWave*)
 - Técnicas de Duplexação: FDD (Frequency Division Duplexing); TDD (Time Division Duplexing)
 - Técnicas de Múltiplo Acesso: CP-OFDMA (Cyclic Prefix – Orthogonal Frequency Division Multiple Access); DFT-s-OFDMA (Direct Fourier Transform – Spread - Orthogonal Frequency Division Multiple Access)
 - Estrutura de quadro (*Timeslots*; Configuração de formato de *timeslot*)
 - *NR Resource Grid* (*NR Resource Block*; Espaçamento entre subportadoras; Prefixo cíclico)
 - Modulação
 - Operação com múltiplas antenas (*Massive MIMO*; Arranjos de antenas)



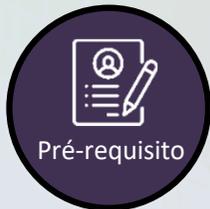
5G: Fundamentos de MIMO Massivo e *Beamforming*

Ementa

- MIMO e 5G
 - SU-MIMO e MU-MIMO
 - Multiplexação especial
 - *Codewords*, camadas e portas de antenas
- *Beamforming*
 - Multiplexação espacial vs *Beamforming*
 - *Narrowbeam* e *beamsteering*
 - *Beamforming Nulls*
 - Antenas com múltiplos painéis
 - MIMO em um dispositivo móvel
- Gerenciamento de um feixe NRB
 - *Beam Sweeping*
 - *SS Block*
 - Gerenciamento de sinais de referência de um feixe
 - CSI-RS únicos e múltiplos



10h



Pré-requisito



Teórico

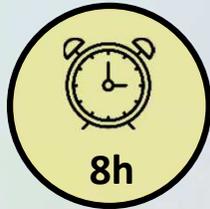


5G New Radio: Coexistência entre Sistemas Terrestres e Satelitais

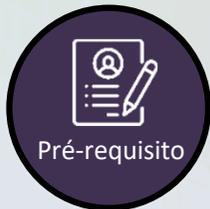
Módulo 7

Ementa

- Fundamentos do 5G *New Radio*
- Coexistência entre 5G NR e 4G LTE Advanced Pro
 - 5G NR/LTE *Dual Connectivity*
 - Cenários de implantação
 - Opções de arquitetura
 - Aspectos fundamentais para viabilizar a coexistência
- *Dynamic Spectrum Sharing (DSS)*
 - Fundamentos
 - Aspectos relacionados a testes
- Coexistência da tecnologia 5G NR com Serviços Satelitais na Banda C
 - Introdução
 - Soluções para mitigar a interferência
 - Aspectos relacionados a testes



8h



Pré-requisito



Teórico



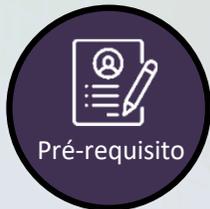
5G New Radio: Fundamentos de Testes

Ementa

- Fundamentos do 5G *New Radio*
- O espectro em ondas milimétricas
- MIMO massivo e *beamforming*
- Visão geral dos padrões de testes de conformidade segundo o 3GPP
- Tipo de teste *Over-the-air*
- Conceitos de *Near field / far field*
- Testes de aceitação de laboratório em relação à camada física
- Testes de sinalização
- Testes de modo de conexão dupla
- Testes de coexistência com outros sistemas de telecomunicações
- Soluções para Drive test em 5G NR – testes de mobilidade
- Verificação de desempenho de redes 5G NR utilizando escâner de rede celular



8h



Pré-requisito



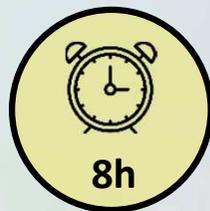
Teórico



5G New Radio: Conceitos e Aplicações em Ondas Milimétricas (mmWave)

Ementa

Módulo 9



8h

- Fundamentos do 5G *New Radio*
- O espectro em ondas mmWave
- Metodologia para predição de cobertura em mmWave
- Cálculo de *link budget* de acordo com modelo de propagação adequado
- Como realizar medições em campo para desenvolver modelos de predição de cobertura
- Importância da simulação em projetos de cobertura em mmWave
- Aplicações da rede 5G NR em mmWave
- Redes empresariais utilizando 5G NR mmWave e Wi-Fi
- Requisitos fundamentais do Wi-Fi para operação complementar a redes 5G NR mmWave
- Limitações do Wi-Fi e suas principais características em aplicações de altas taxas de comunicação
- Exemplos de aplicações *Indoor* utilizando 5G NR em mmWave



Pré-requisito



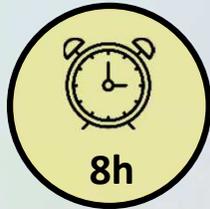
Teórico



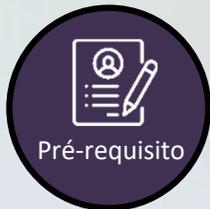
5G New Radio: Procedimentos de rede – Modo NSA

Ementa

- Arquitetura do modo NSA
- Procedimentos iniciais
 - *Initial Attach*
 - *EN-DC (EUTRA-NR Dual Connectivity)* na RAN
- Adição do nó secundário EN-DC
 - *SgNB Addition Request* e *Request Acknowledge*
 - *RRC Connection Reconfiguration*
 - Atualização do *User Plan Path*
 - Modificação do nó secundário
- Modificação do nó secundário EN-DC
- *Release* do nó secundário EN-DC
- *Handover Inter MeNB* com EN-DC



8h



Pré-requisito



Teórico

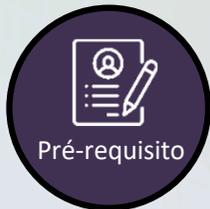
Módulo 10



5G New Radio: Procedimentos de rede – Modo SA

Ementa

- Arquitetura do modo AS
- Identidades utilizadas no 5G
 - Identidades relacionadas ao usuário
 - Identidades relacionadas à rede
- Procedimentos iniciais
 - *Registration*
 - *Connection*
 - Estados RRC
 - PLMN e seleção de rede de acesso
 - *Cell Selection*
 - *RRC Connection Establishment*
- Função de seleção de rede



Pré-requisito



Teórico

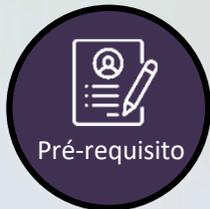
Módulo 11



5G New Radio: Procedimentos de rede – Modo SA

Ementa

- Sessões PDU
- Tipos de QoS para 5G
- Procedimentos relacionados à sessões PDU
 - *Service Request*
 - *Paging*
 - *RRC Inactive*
- Procedimentos relacionados à mobilidade
 - *Discontinuous Reception*
 - *Cell Reselection*
 - *Registration Area Update*
 - *Handover baseado em Xn*
 - *Handover baseado em N2*
 - *Dual Connectivity*
 - *Roaming*



Pré-requisito



Teórico

Módulo 11



OBRIGADO!

Fred Trindade

Especialista em Negócios

fredtrindade@inatel.br

(35) 9 9168-8260

[linkedin.com/in/fredtrindade](https://www.linkedin.com/in/fredtrindade)