

### Corsi a calendario IV trim 2020

Sigla	Titolo	G (h)	Data proposta	Prezzo	Orario
WIR 150 OL	La rivoluzione del 5G: stato dell'arte della tecnologia e delle applicazioni	4 (16)	01-04 dicembre	690,00 €	9-13
DTR 100 OL	IoT: applicazioni, architetture e sicurezza	4 (16)	27-29 ottobre	690,00 €	9-30
SEC 302 OL	Fondamenti di Cybersecurity	5 (20)	16-20 Novembre	990,00 €	9-13
IPN 224 OL	Principi di Networking	5 (20h teoria + 10h lab)	23-26 Novembre	990,00 €	9-13 14:30-16:30
NET 024 OL	Reti d'accesso in fibra ottica	3 (12)	03-06 Novembre	690,00 €	9-13
IPN 246 OL	BGP: dalla teoria alla pratica	4 (16h teoria + 6h lab)	03-06 Novembre	890,00 €	9-13 14:30-16:30
DCV 683 OL	Overlay Virtual Networking nei Data Center	4 (16h teoria + 6h lab)	01-04 Dicembre	890,00 €	9-13 14:30-16:30



## La quinta generazione delle reti radiomobili: lo stato dell'arte della tecnologia e delle applicazioni

Dopo lo sviluppo delle reti 4G, l'industria e l'ecosistema del mobile è nella fase avanzata di standardizzazione e sperimentazione delle reti 5G che realizzano la convergenza tra reti Broadband e reti per IoT integrando standard radio nuovi con quelli già esistenti.

Il corso fornisce una visione tecnica del sistema 5G, sulla base delle specifiche già definite e discusse a livello 3GPP (Release 14, Release 15 in fase di chiusura) nonché sulle evoluzioni che traggono lo standard finale multi accesso (Release 16, in fase di partenza).

Si descrive il quadro di riferimento che, sulla base delle spinte tecnologiche e di mercato, ha portato a definire i requisiti della piattaforma 5G nell'ottica di un sistema di comunicazione globale via radio in grado di gestire molteplici tipologie di servizi. Una parte importante riguarda gli aspetti relativi all'uso dello spettro, in termini di nuove bande, impatti sulle strategie di copertura, incremento dell'efficienza spettrale.

Poi si passa alla descrizione degli aspetti architetturali di rete con le principali caratteristiche che contraddistinguono la piattaforma 5G: l'interfaccia NR (New Radio) e i nuovi paradigmi per la Core Network. Il corso termina con una panoramica sulle attività in corso in Italia ed all'estero e con lo stato di sviluppo dei terminali.

### Agenda (3 giorni)

#### Aspetti di standardizzazione ed evoluzione

- Le reti radiomobili, le evoluzioni tecnologiche e di servizio
- Il processo di standardizzazione ITU e 3GPP e le release del 3GPP
- 5G come evoluzione degli standard ed integrazione delle tecnologie
- Requisiti attesi in termini di capacità e servizi

#### La gestione dello spettro

- Gamme disponibile ed efficienza nell'uso dello spettro;
- Bande disponibili sub 6GHz e bande millimetriche
- Aspetti di propagazione e copertura
- Small cell ed Heterogeneous Networks
- Network Densification
- Integrazione con lo spettro non licenziato

#### Tecnologie abilitanti

- Ultra-Reliable Low Latency Design; Strong Security
- Network Function Virtualization (NFV) e Software Defined Networking
- Multi-Access Edge Computing (MEC)
- Carrier Aggregation
- Modalità di impiego delle bande non licenziate
- Device to Device (D2D);
- MIMO e le sue evoluzioni, Massive MIMO, Beamforming 2D e 3D;

#### L'architettura 5G aspetti generali

- Services, Applications and Use Cases
- Network Slicing e Network Softwarization
- Management and Orchestration
- Architettura E2E
- Aspetti specifici dell'architettura 5G

#### La rete di accesso 5G

- Architettura RAN, stack protocollare e funzioni di rete
- Separazione del piano di controllo e dati
- Multi connettività
- Lo split delle funzioni di una RAN ed entità logiche di rete.

- Scenari realizzativi ed architetture fisiche
- C RAN: Separazione funzionale tra CU e DU

## **La tecnologia radio il livello fisico e logico**

- Forme d'onda, Numerologia, Struttura di trama.
- La tratta in Down link ed in Up link
- I canali di trasporto ed i canali fisici
- NOMA (Non-Orthogonal Multiple Access)
- Sistemi di antenna attivi (Active Antenna Systems) AAS
- Associazione canali fisici e canali logici
- Canali di controllo e canali dati
- Lo strato MAC, Lo strato RLC
- Lo strato PDCP ed SDAP
- La carrier aggregation e la dual connectivity.
- Le procedure RACH

## **La gestione delle risorse radio**

- Il protocollo RRC (Radio Resource Control) aspetti generali
- Le principali procedure RRC
- Gli elementi Informativi nell'RCC
- RRC e scheduling
- Mobilità e stati
- Mobilità intra NR e Inter RAT (Radio Access Technology)
- Roaming e restrizioni in accesso

## **Caratteristiche e QoS**

- Power saving e sicurezza
- Interfacce di rete e split funzionale gNB
- Caratteristiche dei terminali.
- La gestione della QoS a livello RAN

## **5G Rete nativa in Cloud per la RAN e la Core Network**

- Cloud based networking architetture e tecnologie
- Architetture con CP centralizzato
- Network Management and Orchestration
- Integrated control and data layer architecture
- Networking as a Service
- Cloud Radio Access Networks
- Cenni sulle sperimentazioni più significative in corso nel mondo e sugli sviluppi dei terminali.

## **Scenari applicativi**

- Categorie di servizi
- Enhanced Mobile Broadband
- Massive Internet of Things
- Ultra Reliable Low Latency Applications
- Mercati verticali e use cases
- Applicazioni Fixed Wireless Access

## **Il 5G e il mondo dell'IoT**

- Smart Cities, Smart home
- Mobilità veicolare, Sanità digitale
- Smart Grid e metering
- Architetture applicative e protocolli
- IoT ed il mondo 3GPP

## **Obiettivi**

Illustrare le caratteristiche tecnologiche e la evoluzione degli standard 5G sia nella parte di rete radio che in quella di core network.

Illustrare le opportunità a livello di servizi e applicazioni delle nuove reti di quinta generazione.

## **Destinatari**

Ingegneri e tecnici di rete di operatori di TLC, personale tecnico di aziende manifatturiere di apparati di TLC, personale tecnico di Service Providers, specialisti ICT.

## **Prerequisiti**

Conoscenze di base sulla trasmissione numerica, sulla trasmissione radio e sulle reti radiomobili fino al 4G.



## Internet of Things (IoT): Applicazioni, Soluzioni architetturali e tecnologie

Internet of Things, cioè interconnessione di oggetti mediante una rete di TLC, rappresenta il paradigma più importante per lo sviluppo futuro delle infrastrutture e delle applicazioni del mondo ICT. Una parziale rivoluzione: mettere in contatto non solo le persone fra loro ma oggetti più disparati, dagli elettrodomestici, ai sensori alle auto. Il corso illustra le origini dell'IoT, dalle prime soluzioni machine to machine ai sistemi più avanzati per l'automotive, analizza le possibili architetture di una soluzione IoT, per poi approfondire le tecnologie abilitanti, sia da un punto di vista della connettività che di tutti gli altri elementi del sistema: sensori, gateway, piattaforme. In conclusione vengono analizzate le problematiche di sicurezza che necessariamente insistono sui sistemi IoT.

### Agenda (16 ore)

#### Introduzione

- Generalità
- Cenni storici
- Trend di mercato

#### Scenari Applicativi

- Tipologie di casi d'uso
- Smart Home e Smart Building
- Smart grids
- I servizi IoT per smart cities
- Servizi per l'agricoltura
- Auto connesse e guida autonoma
- Monitoraggio degli edifici e delle infrastrutture
- Sanità digitale
- Altri ambiti di applicazioni

#### Struttura rete IoT

- Visione fisica
- Visione logica
- Componenti

#### Device

- Device basati su librerie
- Device basati su SDK
- Device basati su Agent
- Esempi di dispositivi IoT
- Le tipologie di sensori utilizzati nelle soluzioni IoT

#### Reti di comunicazione

- Reti wireless
  - IEEE 802.15.4
  - 6LoWPAN
- Reti LPWAN
  - Sigfox
    - Architettura
    - Servizi
  - LoRa/LoRaWAN
    - modulazione
    - architettura
    - protocollo LoRaWAN
    - prestazioni
- Soluzioni 3GPP per IoT
  - Nb-IoT e LTE-M
  - Le prospettive del 5G
- Il ruolo della fibra ottica nelle soluzioni IoT

## Protocolli di connettività

- MQTT
- CoAP
- LWM2M
- AMQP
- Altri protocolli specifici per soluzioni IoT

## Piattaforma Hub IoT

- Soluzioni verticali vs orizzontali
- Funzioni
- Servizi
- Interconnessioni
- Piattaforme Hub IoT owned (on premise)
  - piattaforme open source
  - piattaforme commerciali
- Esempi di piattaforme Hub IoT in cloud
  - Amazon AWS IoT
  - Microsoft Azure IoT

## Industrial IoT

- IIoT vs OT (Operational technology)
- Architettura
- Protocolli & Gateway

## Esempi di soluzioni IoT

- Il ruolo del gateway
- L'edge computing in IoT
- Il ruolo degli analytics e dell'Intelligenza artificiale in IoT

## Sicurezza delle reti IoT/IIoT

- La sicurezza per i Device
- Connessioni sicure
- La sicurezza nei Gateway
- Aspetti di sicurezza dei protocolli

## Obiettivi

Illustrare le potenzialità applicative di tutto il contesto IoT, le tecnologie abilitanti e i componenti del sistema.

## Destinatari

Il corso è destinato a tecnici nel settore IT, TLC ed OT che necessitano di conoscere le architetture di una rete IoT, i componenti, i protocolli ed i servizi. E' inoltre utile a network designer ed architetti per approfondire le conoscenze delle peculiarità delle reti IoT, le interazioni fra sistemi IT e TLC, la convergenza fra IT ed OT, l'Industria 4.0.

## Prerequisiti

Conoscenze di base delle reti di TLC e dei protocolli di comunicazione.



## Fondamenti di Cybersecurity

Il corso affronta il problema della sicurezza, analizzando tutti i componenti a rischio presenti in un'azienda che utilizza reti aperte basate su tecnologia TCP/IP, con particolare attenzione alle vulnerabilità dell'interconnessione con l'Internet pubblica. Una volta introdotte le problematiche di scenario, in relazione agli attacchi ai sistemi e alle possibili azioni e contromisure, vengono presentati approfondimenti specifici sulle tecniche più diffuse tra gli hacker per attaccare un sistema.

L'attenzione viene poi focalizzata sulla crittografia, utilizzata come strumento per assicurare riservatezza e integrità ai dati e per prevenire rischi derivanti dall'accesso non autorizzato alle informazioni veicolate tramite servizi di larga diffusione, come, la posta elettronica e il WWW.

Il corso prosegue analizzando le possibili soluzioni per realizzare una adeguata protezione perimetrale utilizzando i Firewall e per estendere i confini della propria rete privata con l'ausilio di tunnel cifrati tra più sedi e utenti remoti interconnessi tramite una rete dati pubblica.

### Agenda (20 ore)

**La sicurezza informatica: lo scenario di riferimento, i concetti base.**

**Introduzione alla sicurezza aziendale: architettura, gestione e procedure:**

- standard di riferimento per la sicurezza: TCSEC, ITSEC, CC.
- una classificazione dei possibili attacchi: esterni/interni
- vulnerabilità intrinseche dell'architettura TCP/IP.

**Tecniche per condurre un attacco:**

- attacchi di bassa complessità: packet sniffing, spoofing, session hijacking, man-in-the-middle
- anatomia di un attacco e tools usati.

**Strumenti per la sicurezza dei dati: crittografia, algoritmi simmetrici/asimmetrici, funzioni di hash:**

- algoritmi a chiave simmetrica (DES, AES) e a chiave asimmetrica (DH, RSA)
- applicare la crittografia: firma digitale e certificati digitali.
- esempi: la sicurezza wi-fi (WEP e WPA).

**Problematiche di sicurezza connesse ai principali servizi Internet:**

- soluzioni per una posta elettronica sicura: PGP e S/MIME
- standard per transazioni commerciali e web: Secure Socket Layer (SSL)
- la sicurezza dei sistemi e delle applicazioni client: es. Internet Explorer e Outlook.

**Strumenti di verifica livelli di sicurezza implementati: scanner, IDS:**

- strumenti di logging e event correlation.

**Le problematiche di sicurezza nell'accesso alle risorse ospitate in una rete aziendale TCP/IP:**

- la sicurezza nell'accesso, autenticazione tramite RADIUS server
- la sicurezza nell'accesso tramite Internet pubblica: router, ACL e proxy server
- realizzare una soluzione di sicurezza perimetrale: architetture Firewall, possibili implementazioni.

**Estendere i confini della propria rete privata: Reti Private Virtuali (IPSEC).**

### Obiettivi

Al termine del corso i partecipanti sono in grado di:

- avere una chiara comprensione delle problematiche della sicurezza informatica e delle più comuni tipologie di attacco
- conoscere i principali standard del settore
- padroneggiare gli strumenti più idonei per rivelare/contrastare attacchi informatici.

### Destinatari

Responsabili di sistemi informativi, centri elaborazione dati e di infrastrutture di rete, progettisti di sistemi di rete e tutti coloro che desiderano avere una visione d'insieme delle varie tematiche connesse alla sicurezza dei sistemi e delle reti.

### Prerequisiti

Conoscenza di base dell'uso delle reti di computer e dei principali protocolli connessi al TCP/IP.



## Principi di Networking

La diffusione nell'ultimo decennio del modello "all IP", cioè la tendenza ad integrare tutti i differenti servizi di telecomunicazione (voce, dati, video, etc.) sotto l'unico paradigma del protocollo IP, e soprattutto l'utilizzo di IP nel mondo della telefonia mobile, rendono la conoscenza del funzionamento di Internet e del protocollo IP ormai imprescindibile per chiunque operi nel mondo delle TLC. Il corso descrive le principali caratteristiche ed i meccanismi di funzionamento dei protocolli che sono alla base della suite TCP/IP.

### Agenda (32 ore)

**Le reti per dati.**

**Le architetture protocollari: il modello ISO-OSI.**

**Le reti LAN e il protocollo Ethernet.**

**Internet: architettura e servizi.**

**Introduzione ad Internet e all'architettura TCP/IP.**

**Il protocollo IPv4.**

**Il protocollo IPv6 (cenni).**

**Principi di routing IP.**

**DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) e NAT (Network Address Translation)**

**I protocolli del Livello di Trasporto: TCP e UDP.**

**Le principali applicazioni.**

### Obiettivi

Al termine del corso i partecipanti:

- conosceranno i meccanismi di funzionamento delle reti IP
- conosceranno le modalità di funzionamento dei principali servizi di rete
- avranno acquisito una panoramica sull'evoluzione del protocollo IP e sulle nuove applicazioni

### Destinatari

Il corso è rivolto a tutti coloro che abbiano l'esigenza di acquisire competenze di base sull'architettura Internet e sulla sua evoluzione verso IPv6.

### Prerequisiti

Nessuno.



## Progettazione della rete di accesso in fibra ottica

Il corso illustra le varie architetture utilizzabili per una rete ottica di accesso Ultra Broadband (NGAN): in particolare vengono descritte le configurazioni FTTx (FTTC, FTTB, FTTdp) e FTTH.

Tra le architetture FTTH sono analizzate le architetture AON (Active Optical Network), PON (Passive Optical Network), P2P con fibre dedicate ai singoli clienti e P2MP con fibre condivise tra clienti.

Viene descritto lo standard GPON (ITU-T G.984) e le sue evoluzioni finalizzate all'incremento delle prestazioni del sistema: XG-PON (tecnologia TDM), TWDM-PON (tecnologia mista) e WDM-PON (tecnologia WDM).

Le differenti architetture FTTH vengono confrontate evidenziando i vantaggi e gli svantaggi di ciascuna soluzione e vengono proposti dei criteri per la pianificazione e la progettazione della rete nei vari casi. Sono infine mostrati degli esempi di progetto.

### Agenda (3 giorni)

#### Fondamenti di trasmissione ottica:

- tipi di fibre
- componenti ottici
- sistemi TDM e WDM.

#### Architetture FTTx:

- architetture FTTC e sistemi VDSL
- architetture FTTB
- architetture FTTdp e sistema G.Fast.

#### Architetture FTTH:

- architetture AON e PON
- confronto P2P - P2MP
- confronto BPON - GPON - EPON.

#### Standard GPON ITU-T G.984 e successive evoluzioni:

- caratteristiche generali delle reti GPON
- Physical Media Dependent (PMD) layer
- GPON Transmission Convergence (GTC) Layer
- ONT Management and Control Interface (OMCI)
- evoluzioni XG-PON, TWDM-PON e WDM-PON.

#### Pianificazione della rete di accesso FTTH - GPON:

- definizione della struttura della rete
- Power budget, rapporto di splitting e massima distanza dei collegamenti
- impianti di terminazione in centrale
- scelta tra splitter concentrati e distribuiti
- scelta tra splitter installati nei giunti o in armadio.

#### Le soluzioni degli operatori italiani

### Obiettivi

Fornire le conoscenze e i criteri di base per la pianificazione e la progettazione della rete di accesso in fibra ottica.

### Destinatari

Ingegneri di rete e tecnici di operatori di TLC e Service Providers. Tecnici di rete delle aziende manifatturiere e aziende installatrici di reti per TLC.

## **Prerequisiti**

Conoscenza di base sulle reti di TLC.



## BGP: dalla teoria alla pratica

Il corso fornisce competenze teoriche e pratiche sul protocollo BGP e prevede una rilevante attività *hands on* su un laboratorio costituito da router multivendor, nel quale sono riprodotte situazioni analoghe a quelle reali. Sono presentati anche dei *Case Studies* di configurazioni su router in produzione. Il corso consente di apprendere le problematiche fondamentali legati al protocollo BGP e alle sue applicazioni pratiche sia in ambito reti *Enterprise* che *Service Provider*.

### Agenda (22 ore)



#### Concetti fondamentali:

- *Autonomous System*
- Tipologie di connettività tra AS
- Funzionamento di base
- Sessioni eBGP/iBGP
- Messaggi e attributi BGP
- Processo di selezione e politiche di routing.

#### Implementazione nell'IOS XE/XR Cisco

- Configurazioni base
- Scalabilità della configurazione: *peer groups*, *peer templates*, *configuration templates*

#### Strumenti per la manipolazione degli annunci

- *Prefix-list* e *Route-map* nell'IOS XE Cisco
- *Route-policy* e *Route Policy Language* nell'IOS XR Cisco.

#### Aspetti di filtraggio

- Filtraggio dei prefissi
- Filtri basati sull'AS\_PATH: utilizzo delle *regular expression*
- Filtri basati sull'attributo *community*.
- Outbound Route Filtering.

#### Politiche di routing:

- Gestione del traffico *inbound/outbound*
- Utilizzo delle *BGP Community*
- Esempi pratici.

#### Aspetti di sicurezza:

- Autenticazione dei messaggi
- Limitazione del numero di prefissi ricevuti
- *Remote-Triggered Black-Hole Filtering (RTBH)*
- *BGP Flowspec*
- Architettura *RPKI* e *ROA*.

### Obiettivi

Al termine del corso i partecipanti conosceranno:

- gli strumenti per la configurazione e gestione di reti che utilizzano il protocollo BGP in varie situazioni (Reti ISP, Reti aziendali *multi-homed*, AS di transito, *peering* con altri AS)
- i criteri di pianificazione e realizzazione di progetti di rete basati sul protocollo BGP
- l'implementazione base del BGP nell'IOS XE/XR Cisco.

### Destinatari

Amministratori e tecnici di rete (*End-User*, *Internet Service Provider*, rivenditori di apparati e società di consulenza), responsabili della progettazione, dell'installazione, dell'amministrazione e del *troubleshooting* di reti IP in ambiente enterprise e ISP.

## Prerequisiti

Per poter trarre pieno beneficio dal corso è richiesta una conoscenza generale delle reti IP, in particolare del routing IP, e qualche esperienza di configurazione base dei router Cisco.



## Overlay Virtual Networking nei Data Center

Negli anni più recenti, con l'introduzione delle nuove tecniche di virtualizzazione (di rete, degli *host*, dei *firewall*, ecc.), le tecnologie di *Data Center* hanno subito una rivoluzione tecnologica formidabile. Rivoluzione che sta generando nuove filosofie di rete, destinate ad avere un impatto importante nelle architetture dei *Data Center*.

Uno dei concetti principali introdotti nelle nuove architetture dei *Data Center* è quello dell'*Overlay Virtual Networking*, ossia la possibilità di creare in modo semplice reti logiche che si poggiano su una infrastruttura fisica "classica", come ad esempio una rete IP. L'idea in realtà non è nuova, ma ha ricevuto un grande impulso negli ultimi anni, con la creazione di nuovi standard, molto più efficienti e flessibili. L'argomento è tra i più attuali, e questo corso risponde a domande di grande interesse e mette in evidenza le nuove opportunità nella realizzazione di *Data Center* per i servizi di *Cloud Computing*.

Il corso, oltre alla teoria prevede un'intensa attività pratica sugli switch Cisco Nexus della serie 9k, su architetture di rete tipiche dei *Data Center* di ultima generazione.

### Agenda (22 ore)

#### Architetture dei *Data Center*:

- Requisiti: ridondanza, *load balancing*, qualità del servizio
- Metodologie di trasporto del traffico: Layer-2 e/o Layer-3?
- *Clos fabric*: 3-stage (*leaf-and-spine*) , 5-stage
- Aspetti di routing IP: OSPF, IS-IS, *IGP-free fabric*.

#### Aspetti operativi negli switch Nexus

- Architettura del software NX-OS e della CLI
- Management e monitoring dei dispositivi Nexus
- *Virtual Port Channel (vPC)*: funzionamento e implementazione
- Aspetti di Ridondanza e *High Availability*.

#### Configurazioni avanzate negli switch Nexus

- *Network Interface Virtualization*: Nexus 2k FEX e meccanismo *VN-Tag*.
- Tecnologia *Overlay Transport Virtualization (OTV)* per l'estensione dei segmenti LAN (cenni).
- Ridondanza del *default gateway*: HSRP e VRRP

#### Routing IP negli switch Nexus

- Configurazioni base di OSPF in area singola.
- Configurazioni base del BGP.
- Configurazioni base del routing multicast

#### *Overlay Virtual Networks*:

- Dalle VLAN alle *Overlay Virtual Networks*
- Protocolli di *tunneling*: NVGRE, VXLAN, GENEVE, STT.

#### VXLAN:

- Principi di funzionamento
- Evoluzione del Piano di controllo
- *Case Study* : Lab test in ambiente Cisco Nexus.

#### Ethernet VPN:

- Piano di controllo e piano dati
- Funzionalità *multi-homing*.

#### Integrazione EVPN/VXLAN:

- EVPN come piano di controllo delle VXLAN
- Inter-VXLAN routing (cenni).
- **Laboratorio**: realizzazione di segmenti VXLAN con utilizzo del solo routing multicast.

#### Aspetti architetturali

- Interconnessione DC con reti esterne
- Architetture *Multi-POD*
- Architetture *Multi-Site*

- *Case Study*: interconnessione DC-L3VPN.
- **Laboratorio**: realizzazione di segmenti VXLAN con piano di controllo EVPN e inter-VXLAN routing.

## Obiettivi

Al termine del corso i partecipanti conosceranno:

- L'evoluzione delle attuali architetture dei *Data Center*
- Il concetto di *Overlay Virtual Network*
- Gli standard emergenti come VXLAN, EVPN e la loro integrazione
- Gli aspetti principali dell'interconnessione di *Data Center* e le soluzioni disponibili
- Gli aspetti implementativi negli switch Cisco Nexus della serie 9k.

## Destinatari

Tecnici ed ingegneri di rete, (*end-user, Internet Service Provider* e rivenditori di apparati) responsabili della progettazione, dell'installazione e dell'amministrazione di *Data Center* di dimensioni medio-grandi.

## Prerequisiti

Buone conoscenze delle reti Switched Ethernet, dell'architettura TCP/IP, dei principi del routing IP (in particolare di OSPF o IS-IS e del BGP) e di MPLS (solo le basi). È richiesta inoltre un minimo di familiarità con la CLI dell'IOS Cisco.