

Tecnologie di Accesso Low Power Wide Area

Narrowband-IoT, LTE-M e LoRaWAN: una panoramica introduttiva delle tecnologie

La connettività, o il collegamento di «cose» a Internet, è il requisito elementare per potere collegare tra loro sempre e rapidamente un numero crescente di «cose» che si possono interconnettere. La «cosa», indipendentemente dal tipo, comunicherà in futuro prevalentemente attraverso tecnologie di accesso come ad es. LoRaWAN, Narrow-band-IoT e LTE-M o attraverso tecnologie complementari via cavo e wi-fi.

Oltre alle tecnologie di telefonia mobile esistenti e conosciute di seconda, terza, quarta e frattanto quinta

nella Release13 del 3GPP con Narrowband-IoT e LTE-M sono state definite per la prima volta due tecnologie di accesso cellulare «Low Power Wide Area» specialmente per applicazioni IoT. Tecnicamente entrambe le tecnologie fanno parte della famiglia Low Power Wide Area (LPWA) come anche la Low Power Network di Swisscom dello spettro di telefonia mobile senza licenza. Tutte e tre hanno una grande efficienza energetica.

Le diverse caratteristiche delle tecnologie si possono vedere nel dettaglio nella tabella di riepilogo.



Narrowband-IoT (NB-IoT)

Narrowband-IoT dispone di una copertura ottima con elevata capacità di penetrazione negli edifici. NB-IoT è adatta soprattutto ad applicazioni statiche con ridotti volumi di dati o senza requisiti speciali, che si trovano in località difficili da raggiungere dal punto di vista tecnico come nelle cantine, in luoghi sotterranei profondi o anche in località di rurali o isolate.



LTE-M

LTE-M, a differenza delle altre due tecnologie «Low Power Wide Area», offre una grande scalabilità per velocità dei dati e anche la funzionalità opzionale Voice. Inoltre LTE-M assicura piena mobilità e handover delle celle di telefonia mobile (per applicazioni non statiche) ed è perciò adatta ad applicazioni IoT nel settore automotive e dei trasporti.



Low Power Network di Swisscom (LPN)

Con LPN si intende una rete complementare a elevata efficienza energetica che si basa sullo standard industriale aperto Internet LoRaWAN lora-alliance.org. LoRaWAN rispetto a Narrowband-IoT e LTE-M utilizza uno spettro di frequenza senza licenza. Dal 2016 LPN è disponibile in tutta la Svizzera. Inoltre ampliamenti della rete locali sono realizzabili a costi molto convenienti.

Tecnologia	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE-M (LTE Cat.M1)	4G (LTE Cat.1)
Breve descrizione	La rete LoRaWAN è una rete dedicata per l'IoT. È ottimizzato per comunicazioni IoT a basso costo ed efficienti dal punto di vista energetico con un volume di dati ridotto.	Narrowband-IoT è un ampliamento speciale della rete LTE idoneo per grandi numeri e densità di terminali con larghezza di banda ridotta.	LTE-M è un ampliamento della rete LTE che si presta ad applicazioni in cui la qualità è fondamentale nel settore IoT. LTE-M supporta anche Mobility e Voice.	La categoria di apparecchi più bassa nella rete LTE esistente si presta relativamente bene alle applicazioni IoT a causa della velocità dati relativamente ridotta.
Tecnologia di accesso radio	Rete radio basata sulle specifiche aperte LoRaWAN	Rete di telefonia mobile cellulare nello spettro di frequenze concesso in licenza 4G, 3GPP Rel. 13		
Adatta ai campi di applicazione IoT seguenti	Massive IoT > Smart Utilities; contatori per gas, acqua ed elettricità, Smart Metering > Smart Cities; sistemi di gestione della circolazione, Smart Parking, gestione cassonetti immondizia, semafori intelligenti, lampioni, ecc. > Smart Buildings; rilevatori di fumo, impianti di allarme, riscaldamento telecomandato, avvolgibili, climatizzazione > Consumatori; wearables, tracking di bambini e anziani > Trasporti e logistica; gestione flotte, tracking merci > Agricoltura; monitoraggio clima e crescita piante, tracking di bestiame al pascolo > Industria 4.0; monitoraggio e gestione del processo, O&M, monitoraggio riscaldamento, areazione e climatizzazione			Critical IoT > Sicurezza del traffico stradale; sorveglianza del traffico, gestione del traffico, chiamata di emergenza automatica > Salute; sorveglianza della salute, operazioni a distanza > Produzione industriale; cooperazione con tempi critici ed elevata intensità di dati, gestione della produzione e valutazione > Veicoli a guida autonoma; comunicazione veicolo-veicolo, veicolo-oggetti e veicolo-centrale di controllo > Applicazioni di sicurezza e sorveglianza; videosorveglianza, sorveglianza oggetti > Pubblica sicurezza; polizia, comunicazione militare, telesorveglianza, gestione di robot, video di droni > Aeronautica e controllo treni; droni, elicotteri, controllo del traffico aereo, sicurezza dello spazio aereo > Controllo treni; treni a guida autonoma, metropolitane, tram, allarmi, sistema anticollisione > Smart Control; Contatori digitali con funzionalità aggiuntive di controllo e regolazione della rete, Smart Grid Mgmt.

Questo elenco di applicazioni di esempio non è né esaustivo né vincolante. La tecnologia IoT ottimale per la tua applicazione potrebbe differire da questo elenco. Le nostre vendite specializzate IoT sono disponibili per una consulenza individuale (contatto: iot.spoc@swisscom.com).

Panoramica delle caratteristiche più importanti

Tecnologia	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE-M (LTE Cat.M1)	LTE (Cat.1)
Velocità dati	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Portata	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Efficienza energetica	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Telefonia vocale	No	No	Sì	Sì
Costi del modulo	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Disponibilità	Dal 2016	Dal T4 2018	Dal T4 2018	Dal 2014
Sicurezza	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Mobilità	Sì	Sì	Sì	Sì
Roaming	Internazionale disponibile ¹⁾	Internazionale disponibile ²⁾	Internazionale disponibile ³⁾	Internazionale (oltre 500 reti)
Varie	Ampliamenti locali convenienti	Copertura indoor ampliata		

1) Il LoRaWAN roaming viene continuamente ampliato ed è ora disponibile nei seguenti Paesi: Belgio, Francia, Olanda e Finlandia.

2) Agosto 2020: NB-IoT è limitato nella disponibilità internazionale, ma viene continuamente ampliato.

3) Per tutte le reti roaming LTE che introducono LTE-M, per i clienti Swisscom è disponibile anche questa tecnologia di accesso radio. Vedi anche il seguente link: <https://www.gsma.com/iot/deployment-map/>

Disclaimer: i dati relativi a velocità dati, portata ed efficienza energetica dipendono da un lato dalla configurazione dell'applicazione cliente, ma anche dalle condizioni radio. Tutte le tecnologie radio offerte da Swisscom per quanto riguarda l'accesso si basano sul «best effort». Inoltre tenete presente che, tra l'altro, la topografia, il terreno, la natura degli involucri edilizi, l'infrastruttura di telefonia mobile, nonché il numero di utenti possono influire sulla rispettiva disponibilità e qualità dei servizi. I valori di copertura radio indicati sono calcolati in base a un modello in funzione dei fattori più svariati. Nella realtà la copertura può discostarsi da questi valori. Per una valutazione esatta della copertura è necessario un chiarimento in loco.

Panoramica dettagliata proprietà e caratteristiche rete

Tecnologia	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE-M (LTE Cat.M1)	LTE (Cat.1)
Banda di frequenza	Banda SRD ⁴⁾ 868 MHz senza licenza	Banda LTE 20 800 MHz con licenza ⁵⁾	Banda LTE 20 800 MHz con licenza ⁵⁾	LTE banda (frequenza in MHz) 20 (800); 3 (1800); 1 (2100); 7 (2600) con licenza
Velocità dati	DL 1,7 – 5,4 kBit/s UL 0,3 – 5,4 kBit/s	DL 0,4 – 30 kBit/s UL 0,1 – 60 kBit/s	DL & UL 0,1 kBit/s – 1 MBit/s	DL 10,3 MBit/s UL 5,2 MBit/s
Perdita di tratta max. (MCL)	159 dB	164 dB	155 dB	140 dB
Copertura max. Svizzera ⁶⁾				
Outdoor	99,5 %	99,9 %	99,9 %	99,9 %
Coverage Enhancement ⁷⁾	Chirp Spread Spectrum	> max. 64/128 Retransmissions > PSD / UL single-tone/ multi-tone transmission	> Coverage Enhancement > max. 32 Retransmissions > Frequencyhopping	> Rx Diversity > Frequency diversity gain
Antenna ricevente UE	No MIMO ma Rx Diversity	No MIMO, e no Rx Diversity	No MIMO, e no Rx Diversity	No MIMO ma Rx Diversity
Durata max. batteria ⁸⁾	Fino a 10 anni	Fino a 10 anni	Max. 5 – 10 anni	Giorni – diversi mesi
Telefonia vocale	No	No	Sì, VoLTE (Packet Switched)	Sì, VoLTE (Packet Switched)
Applicazione Realtime	No	No	Sì	Sì
Latenza	1 – 10s	1,4 – 10s	~10-200ms	~10-100ms
Trasmissione duplex ⁹⁾	Semi-Duplex	Semi-Duplex FDD only	Full & Semi-Duplex FDD	Full & Semi-Duplex FDD & TDD
Densità max. apparecchi	> 10'000 apparecchi per cella radio			≤ 1'000 apparecchi per cella radio

4) La banda SRD (Short Range Devices) è un campo di frequenze per apparecchi con ridotta potenza di emissione (Low power device) detti anche applicazioni CB per la trasmissione di voce e dati. La frequenza di 868 MHz può essere utilizzata in tutta Europa senza licenza. Viene utilizzata anche per i seguenti standard IoT; LoRa, Weightless P e Sigfox EU

5) In Liechtenstein LTE-M e NB-IoT operano sulla banda di frequenza 3/18000 MHz.

6) Questi valori sono calcolati in base a un modello in funzione dei fattori più svariati. Nella realtà la copertura può discostarsi da questi valori. Per una valutazione esatta della copertura è necessario un chiarimento in loco.

7) Le seguenti funzioni di Coverage Enhancement fanno diminuire la velocità di trasmissione dei dati:
 - PDS (Power Spectrum Density), l'energia disponibile nell'UE si concentra su una banda di frequenza stretta.
 - Coverage Enhancement Mode con il corrispondente numero di ritrasmissioni
 - Modulazione più robusta; LTE-M 16QAM & QPSK e NB-IoT QPSK modulazione e inoltre il BPSK massimo stabile.

8) La durata della batteria è influenzata dai seguenti fattori; il ciclo della trasmissione dati (eDRX/PSM), la quantità di dati trasferiti in ciascun ciclo, le condizioni radio oppure il numero di retransmission necessarie, la parametrizzazione di PSM ed eDRx nella rete, nonché qualità/autoscaricamento delle batterie

9) Processo di trasmissione Duplex FDD = Frequency Division Duplex & TDD = Time Division Duplex

Panoramica dettagliata proprietà e caratteristiche rete

Tecnologia	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE- M (LTE Cat.M1)	LTE (Cat.1)
Funzione Powersave standard (DRX) ¹⁰⁾	n.d.	10,24s	2,56s	2,56s
Funzione di risparmio energetico allargato (PSM)	Classi di apparecchi specifiche & ADR ¹¹⁾	eDRX ¹²⁾ max. 10'485,76s (ca. 2,9h)	eDRX ¹²⁾ max. 2'621,44s (~44 Min)	eDRX ¹²⁾ max. 2'621,44s (~44 Min)
		¹³⁾ PSM / periodic TAU timer max. 413,3 giorni + ¹⁴⁾ HLCOM		
Mobilità	Broadcast	Cell reselection	Handover (connected mode) & cell reselection (idle mode)	

Feature di rete supportate

Tecnologia	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE- M (LTE Cat.M1)	LTE (Cat.1)
Coverage Enhancement	n.d.	Sì ¹⁵⁾	Sì ¹⁵⁾	No
eDRX	n.d.	Sì ¹⁶⁾	Sì ¹⁶⁾	Sì ¹⁶⁾
PSM / periodic TAU timer	Broadcast /ADR	Sì ¹⁷⁾	Sì ¹⁷⁾	No
HLCOM	No	Non previsto ¹⁸⁾	Non previsto ¹⁸⁾	No
Network Positioning	GPS e TDoA ¹⁹⁾	GPS e ECID	GPS e ECID	GPS e ECID
PSD boosting in collegamento downlink	Sì	Sì	Sì	No
Multicast	Dal T1 2020	A partire dall'introduzione di 3GPP Rel. 14	A partire dall'introduzione di 3GPP Rel. 14	No
Voice/VolTE	No	No	Sì	Sì
SMS	No	Sì ²⁰⁾	Sì	Sì

10) Discontinuous reception significa spegnere il ricevitore nei periodi in cui c'è poco o nulla da trasmettere. Ciò vale in particolare per i periodi in cui l'UE è in modalità inattiva (idle).

11) Con ADR = adaptive data rate e impiego della classe di apparecchio idonea, è possibile lavorare in modo efficiente dal punto di vista energetico. Le classi di terminali LPN sono:

- Con i terminali di classe A ogni trasmissione uplink è seguita da due brevi finestre di ricezione in collegamento downlink
- Con gli apparecchi di classe B, oltre alle due finestre di ricezione casuali della classe A, con i tempi prefissati si aprono ulteriori finestre di ricezione
- Gli apparecchi di classe C hanno una finestra di ricezione aperta quasi ininterrottamente. Queste vengono chiuse solo durante la trasmissione

12) eDRX offre ulteriori risparmi energetici. Si estende da un lato la durata massima del ciclo DRX in modalità collegata da 2,56s a 5,12s e 10,24s. Inoltre, in modalità idle, il fabbisogno energetico è ulteriormente ridotto dai lunghi periodi di sonno T(eDRX) tra le pagine di monitoraggio dell'UE:

- Per LTE-M (Cat. M1) e LTE Cat. 1 n x 10,24s fino a max. 2'621,44s (circa 43,7 min.)
- Con NB-IoT n x 10,24s fino a max. 10'485,76s (circa 2,9h)

13) Power Saving Mode / periodic tracking area update; PSM/ periodic TAU timer; nelle fasi di sleep profondo del funzionamento PSM, l'UE necessita di ancora meno energia rispetto al funzionamento DRX. In compenso l'UE non è più raggiungibile. Rimane comunque registrato nella rete. L'UE permane finché nel funzionamento PSM dall'apparecchio mobile viene attivata una transazione come ad es. un ulteriore TAU o una trasmissione dati. PSM è utilizzabile per UE di Cat-0, Cat-M1 e Cat-NB1. Il TAU timer è un massimo di 11'520 s nel Rel. 8-12 e un massimo di 413,3 giorni nel Rel. 13.

14) High Latency Communication. I dati che vengono inviati al terminale mentre è in modalità sleep (periodi di sleep o fasi di sleep profondo) vengono salvati temporaneamente dalla rete e inoltrati al terminale non appena si connette di nuovo alla rete.

15) Miglioramento della copertura: La Single Tone Transmission Mode e Multitone Transmission Mode è disponibile per NB-IoT. La modalità A è disponibile per LTE-M, mentre la modalità B è in fase di test se si può integrare nella rete di Swisscom.

16) eDRX: Per NB-IoT, LTE-M e LTE Cat. 1 eDRX è disponibile ed è attualmente in fase di test e ottimizzazione.

17) PSM: Per NB-IoT e LTE-M la modalità di Power Saving Mode (PSM) è disponibile ed è attualmente in fase di test.

18) Per NB-IoT e LTE-M si sta verificando se questa funzione deve essere integrata nella rete di Swisscom.

19) GPS e differenza di orario all'arrivo nella regione di Zurigo sono già disponibili.

20) Attualmente si sta verificando se la funzione SMS debba essere integrata nella rete NB-IoT di Swisscom.

Sicurezza

Tecnologia	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE- M (LTE Cat.M1)	LTE (Cat.1)
Subscriber Identity ²¹⁾	Possibile HSM opzionale	USIM ²²⁾	USIM ²²⁾	USIM ²²⁾
Protezione dell'identità	ID apparecchi	ID apparecchi & utenti ²³⁾	ID apparecchi & utenti ²³⁾	ID apparecchi & utenti ²³⁾
Autenticazione	Modulo radio & rete	Modulo radio & rete	Modulo radio & rete	Modulo radio & rete
Cifatura	128 bit encryption	128 bit encryption	128 bit encryption	128 bit encryption
Verifica di integrità	Lato utente & lato rete	Lato utente & lato rete	Lato utente & lato rete	Lato utente & lato rete

Apparecchi e loro caratteristiche

Tecnologia	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE- M (LTE Cat.M1)	LTE (Cat.1)
Classi di apparecchi	Classe A/alimentazione a batteria Classe B/alimentazione a batteria Classe C/alimentazione da rete ²⁴⁾	NB IoT Cat.1 NB IoT Cat.2	LTE-M Cat. M1 LTE-M Cat. M2	LTE Cat. 1
Power Class	14dBm / 25 mW	23dBm / 200 mW 20dBm / 100 mW ²⁵⁾	23dBm / 200 mW 20dBm / 100 mW	23dBm / 200 mW
Velocità dati max.	n.d.	NB IoT Cat.1 30/60 kBit/s NB IoT Cat.2 120/150 kBit/s ²⁶⁾	LTE-M Cat. M1 1MBit/s LTE-M Cat. M2 2,4 MBit/s ²⁶⁾	LTE Cat. 1 10 – 5 MBit/s
Antenne riceventi	Rx Diversity	No MIMO, ma Rx Diversity	No MIMO, ma Rx Diversity	No MIMO, ma Rx Diversity
Firmware upgrade OTA (over the air)	In valutazione	Sì	Sì	Sì

21) I produttori possono facoltativamente produrre i loro dispositivi come HSM (Hardware Security Module), per assicurare una implementazione efficiente e sicura delle operazioni o applicazioni di cifatura. (è una questione di prezzo).

22) NB-IoT e LTE-M sono estremamente sicuri rispetto al 2G.

- La carta USIM offre una maggiore sicurezza, possibilità più ampie per le applicazioni utente e più memoria rispetto alla vecchia carta SIM 2G. Inoltre non è clonabile.
- Nella rete 4G viene effettuata una verifica reciproca di autenticità tra rete LTE e modulo radio. Nel 2G viene autenticato solo il modulo radio.
- Nella rete 4G i dati di segnalazione e di utilizzo scambiati tra rete e modulo radio vengono criptati con un algoritmo a 128bit e sottoposti a verifica di integrità. Nel 2G la cifatura utilizza solo un algoritmo a 64bit

23) Per proteggere l'identità dell'utente (IMSI) durante la fase non criptata in connessione – ad eccezione della prima connessione in una rete – viene sempre utilizzata una IMSI temporanea. L'identità dell'apparecchio (IMEI) viene trasmessa solo criptata

24) Breve descrizione delle classi di terminali LPN

- Con i terminali di classe A ogni trasmissione uplink è seguita da due brevi finestre di ricezione in collegamento downlink
- Con gli apparecchi di classe B, oltre alle due finestre di ricezione casuali della classe A, con i tempi prefissati si aprono ulteriori finestre di ricezione
- Gli apparecchi di classe C hanno una finestra aperta quasi ininterrottamente. Queste vengono chiuse solo durante la trasmissione

25) Con NB-IoT a partire dalla Release 14 saranno disponibili anche le classi di apparecchi con solo 14dBm / 25 mW

26) I dispositivi NB-IoT Cat. 2 e LTE-M Cat. 2 saranno disponibili sulla piattaforma IoT quando le funzioni 3GPP Rel. 14 saranno attivate.