



INFORMATICA MUSICALE

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA
LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA
A.A. 2020/21
Prof. Filippo L.M. Milotta

ID PROGETTO: 02

TITOLO PROGETTO: Tecnologia 5G

AUTORE 1: Inveninato Antonio

AUTORE 2: Francesco Rinaldi

AUTORE 3: Francesco Tamburella

Indice

1. Obiettivi del progetto	2
2. Riferimenti Bibliografici	5
3. Argomenti Teorici Trattati	6

1. Obiettivi del progetto

1.1 Caratteristiche generali del 5G

La tecnologia 5G indica l'insieme di reti per telefonia mobile e cellulare. Essa è il successore della tecnologia 4G/IMT-Advanced. Si prevede che le reti 5G, oltre al supporto della telefonia mobile, saranno utilizzate principalmente come internet service provider generali, in concorrenza con gli ISP esistenti che forniscono servizi su rete fissa, e renderanno possibili nuove applicazioni nell'Internet delle cose (IoT).

Finora tutte le precedenti generazioni tecnologiche mobili (2G, 3G, 4G) sono partite da un miglioramento della comunicazione person-to-person: miglioramento della copertura, aumento della banda e riduzione della latenza. Per il 5G, la nuova generazione radiomobile, si vuole invece mirare ad una comunicazione che si estende dalle persone alle cose.



Mentre la distribuzione globale si è avviata nel 2019, nel nostro paese e non solo sarà lenta. Ci vorranno diversi anni prima che la rete 5G soppianti l'attuale LTE. E non parliamo solo a livello di copertura, ma anche di diffusione dei prodotti atti a sfruttare la nuova rete.

Ci sono però degli ostacoli da superare prima che il 5G diventi una realtà. Ora come ora, le reti esistenti si appoggiano a dei ripetitori di grandi dimensioni per coprire un'area che sia più vasta possibile, inviando dei segnali a bassa frequenza. Uno dei nodi da sciogliere sta nel fatto che, per sfruttare la velocità del 5G, queste basse frequenze non riescono a garantire la velocità prevista da questa nuova tecnologia. Esistono inoltre delle onde ad alta frequenza ed estremamente veloci. Il loro limite però, sta nel fatto che non riescono a coprire una grande area e purtroppo non riescono a superare gli ostacoli.

1.2 Prestazioni

La velocità delle reti 5G vanno da circa 50 Mbit/s fino a oltre 1 Gbit/s. La versione di 5G più veloce è quella su onde millimetriche, nota come mmWave. 5G in banda media ha una velocità molto ridotta rispetto alle mmWave ma con una portata di gran lunga maggiore.



Nelle reti 5G, la "latenza in aria" degli apparati messi in campo nel 2019 è di 8–12 millisecondi ma per la maggior parte dei confronti a tale latenza va sommato il tempo di trasmissione necessario per raggiungere il server. Per le sue prime installazioni 5G, si riporta una latenza di 30 ms. Server posizionati in prossimità delle torri

possono ridurre la latenza a 10–20 ms mentre valori di 1–4 ms, al di fuori delle prove di laboratorio, saranno ancora rari per qualche anno.

1.3 Frequenze radio

Le bande di frequenze 5G sono suddivise in due gruppi differenti. Il primo gruppo è denominato Frequency Range 1 (FR1) che comprende le bande di frequenza inferiori a 6 GHz, di cui alcune già utilizzate da standard precedenti ma estese per coprire nuove porzioni di spettro tra 410 MHz e 7125 MHz. Il secondo gruppo è denominato Frequency Range 2 (FR2) che comprende la fascia di frequenze comprese tra 24.25 GHz e 52.6 GHz (onde millimetriche o mmWave) che possiedono una portata inferiore ma consentono un'ampiezza di banda disponibile più ampia rispetto alle bande del gruppo FR1.

Alcuni segnali 5G presentano una portata limitata a poche centinaia di metri e questo comporta l'installazione di stazioni base a distanza altrettanto ravvicinate. In più, la trasmissione a queste frequenze, a causa delle caratteristiche fisiche delle onde millimetriche, è ostacolata o attenuata da oggetti solidi come automobili, alberi e alcuni tipi di muri; per questo motivo, le celle 5G sono volutamente progettate e posizionate in modo da coprire aree il più possibile prive di tali ostacoli.

1.4 Teoria del complotto

Attualmente, sono circa 500 i comuni che si oppongono all'installazione di nuove antenne per il 5G ritenendo che queste ultime sono dannose per la salute. Il 5G è diventato argomento di dibattito quotidiano delle persone, spesso sostenuti sulla base di complotti, disinformazione e bufale. Secondo alcuni il 5G indebolirebbe le difese immunitarie di chi ne è esposto spalancando le porte al contagio. Altri ancora pensano invece che il Sars-Cov-2 si servirebbe delle onde elettromagnetiche per comunicare e diffondersi più rapidamente.



Per poter valutare i potenziali effetti negativi sulla salute del 5G possiamo però rifarci alle prove disponibili sugli effetti delle emissioni legate a 2G e 3G, cercando di ipotizzare cosa possa verificarsi in conseguenza di esposizioni differenti. Ma anche in questo caso, serviranno anni di studi dalla sua diffusione per avere risposte chiare. Quello che sappiamo fino ad ora, però, rassicura più che allarmare: il 5G viaggerà sì su frequenze più elevate rispetto a 2G, 3G e 4G , ma la rete di antenne, in realtà, utilizzerà segnali dotati di potenza inferiore. Inoltre resta fermo il fatto che, anche se a frequenze maggiori, la capacità di penetrazione di queste onde nei tessuti umani rimane sempre molto bassa e limitata agli strati superficiali della pelle, mancando anche l'energia necessaria per causare un danno al Dna. Con una rete di questo genere, per la capillarità delle antenne del 5G, l'intensità dei segnali necessari e le frequenze utilizzate, viene da pensare a un'esposizione limitata e dagli effetti negativi paragonabili o addirittura inferiori a quelli derivanti dall'uso di tecnologie precedenti. Molto, poi, dipenderà dai livelli di esposizione che si genereranno, visti i crescenti servizi e oggetti connessi, ma è difficile fare previsioni.

2. Riferimenti Bibliografici

Abbiamo scelto questi riferimenti perché li riteniamo abbastanza esaustivi e soprattutto più affidabili, cercando di creare meno disinformazione possibile.

- https://it.wikipedia.org/wiki/5G#Ambiti_applicativi
- <https://www.mobileworld.it/tag/5g/>
- <https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/5g/>
- <https://www.altroconsumo.it/hi-tech/smartphone/speciali/5g-salute>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Bande_di_frequenze_5G_NR
- <https://www.tecnoandroid.it/2020/10/23/5g-e-veramente-dannoso-per-la-salute-facciamo-chiarzza-809463>

2. Argomenti Teorici Trattati

3.1 Serie di Fourier

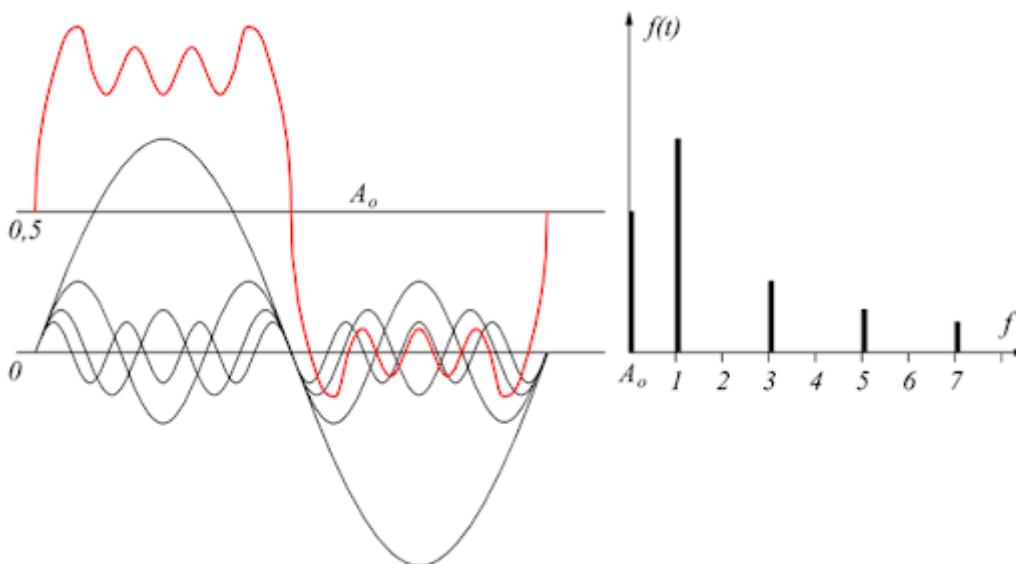
L'analisi di Fourier è uno strumento matematico che permette di descrivere un segnale complesso come somma di segnali elementari, in particolare onde sinusoidali e cosinusoidali. Questa semplice definizione sta alla base dello studio e manipolazione dei segnali, esso permette di valutare ampiezza, fase e andamento sia nel dominio del tempo che della frequenza.

Lo sviluppo in serie di Fourier rappresenta l'estensione dell'analisi impiegata nel caso di segnali periodici $x(t) = x(t + T_0)$, con T_0 periodo del segnale e inverso della frequenza.

$$x(t) = A_0 + 2\sum A_k \cos(2\pi k f_0 t + \vartheta_k) \quad \text{Forma reale polare}$$

$$x(t) = \sum X_k e^{j2\pi k f_0 t} \quad \text{Forma complessa}$$

In questa formula in forma polare reale A_0 è il termine costante, a cui vengono sommate una serie di oscillazioni armoniche ciascuna a frequenza $k f_0$. In questo modo possiamo analizzare graficamente il segnale nel dominio della frequenza attraverso lo spettro di ampiezza e fase che ne delineano le caratteristiche fondamentali. Una conoscenza approfondita dello spettro permette di manipolare nel migliore dei modi il segnale rappresentato, che analizzeremo più avanti.



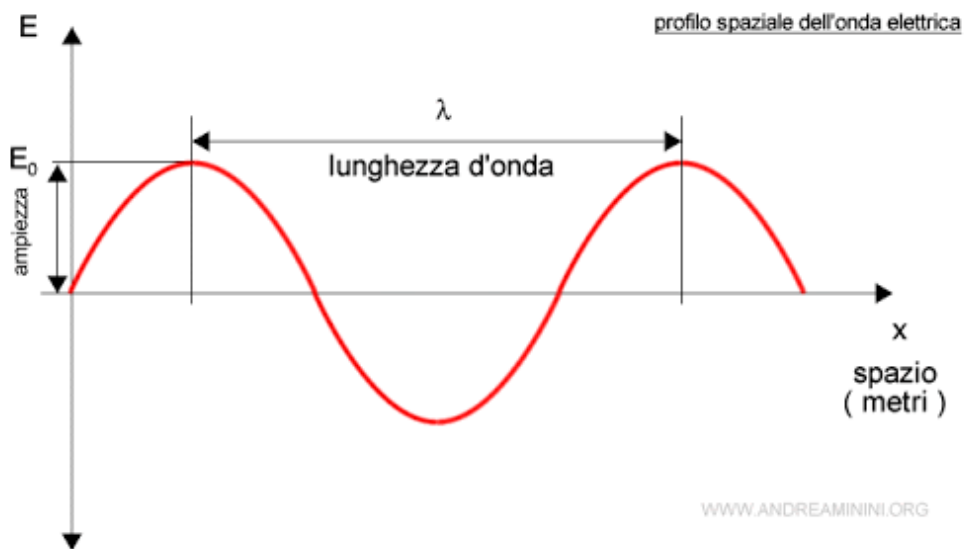
3.2 Onda elettromagnetica

L'onda elettromagnetica è una perturbazione di natura simultaneamente elettrica e magnetica che si propaga nello spazio e che può trasportare energia da un punto all'altro. Tale perturbazione è costituita dalla vibrazione simultanea di due enti immateriali detti campo elettrico e magnetico attorno alla loro posizione di equilibrio. L'insieme delle onde elettromagnetiche costituisce il cosiddetto spettro elettromagnetico. All'interno dello spettro le onde elettromagnetiche sono classificate in base alla loro lunghezza d'onda (λ) o, in modo analogo, alla loro frequenza f .

La lunghezza d'onda e la frequenza sono legate dalla relazione:

$$c = \lambda \cdot f$$

dove c rappresenta la velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche che, nel vuoto, è la famosa velocità della luce pari a $c = 300000 \text{ km/s}$. La lunghezza d'onda e la frequenza sono pertanto inversamente proporzionali: tanto minore sarà la lunghezza d'onda, tanto maggiore sarà la frequenza.



Sono onde elettromagnetiche:

La luce emessa dal sole;

le radiazioni infrarosse;

le microonde;

le onde radio;

i raggi ultravioletti;

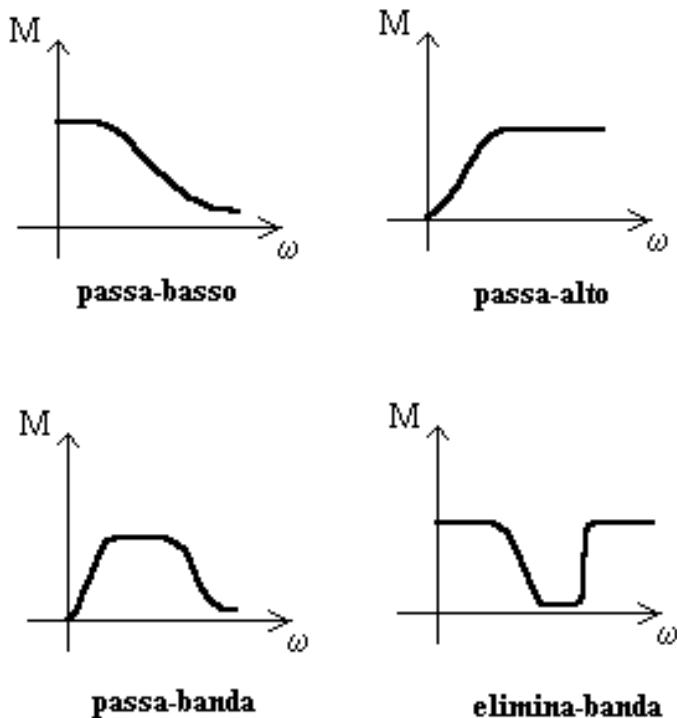
i raggi X;

i raggi Gamma.

3.3 Filtri

Si definisce filtro un circuito (reale o implementato con un software) che elimina dal segnale alcune frequenze indesiderate. A seconda del criterio di selezione adottato avremo:

- Filtro passa-basso: data una frequenza di taglio, le frequenze superiori vengono tagliate.
- Filtro passa-alto: data una frequenza di taglio, le frequenze inferiori vengono tagliate.
- Filtro passa-banda: data una frequenza di taglio e un range, elimina le frequenze al di fuori della banda stessa. Il suo opposto è l'elimina-banda.



Le caratteristiche di un filtro possono essere descritte per mezzo della sua risposta in frequenza, che viene determinata sperimentalmente applicando un'onda sinusoidale all'ingresso del filtro e misurando le caratteristiche dell'onda sinusoidale in uscita.

La risposta in frequenza di un filtro consiste di due parti:

La risposta in ampiezza varia con la frequenza ed è data dal rapporto tra l'ampiezza dell'onda sinusoidale in uscita e l'ampiezza dell'onda sinusoidale in ingresso;

La risposta in fase descrive l'ammontare di variazione di fase in un'onda sinusoidale mentre essa passa attraverso il filtro: si tenga presente che la quantità di variazione di fase, cambia anch'essa con la frequenza dell'onda sinusoidale.