

5G...??



- ◆ In piena evoluzione ai giorni nostri
- ◆ Bisogna decidere in che direzione andare...(!), ad esempio:
- ◆ ***Efficienza energetica ?***
- ◆ ***Data rate variabile ?*** (ad esempio 10Mb/100Mb/1Gb a seconda del numero di utenti)
- ◆ E proseguendo, ***migliaia di connessioni a bassa velocità*** possibili per cella (***IoT***)?

In Italia...



- ◆ Tim: demo test a Torino, sperimentazioni a Torino, San Marino, Bari e Matera (con Fastweb e Huawei)
- ◆ Vodafone: demo test a Milano, velocità di 2,7Gbps
- ◆ Wind Tre: sperimentazioni a Prato e L'Aquila

E quindi torniamo...



- ◆ Al nostro nuovo ***digitale terrestre***
- ◆ Se già col 4G abbiamo bisogno di un nuovo filtro, come la mettiamo col 5G?
- ◆ Per fortuna, geniale soluzione tecnica!





Knee to the mid section is
an extremely low
percentage attack

SCIO'!!!



- ◆ Come? Semplice, creiamo un nuovo standard:
DVB-T2
- ◆ Motivo "ufficiale"?
Supporto della risoluzione 8k (8192x4320)
- ◆ Vero motivo: sloggiare il digitale dalle
frequenze del 4G e 5G!!
- ◆ Compressione: da MPEG4 a H.265
- ◆ Transizione: **Giugno 2022**
- ◆ Quindi, nuovamente via con decoder esterni e
cambi di televisore (.....!!!!!!!!!!!!!!!)

A livello mondiale però...



- ◆ Ottobre 2017:
Qualcomm crea il
“chip 5G” per smartphone, lo
Snapdragon X50 NR
- ◆ Velocità? **1 Gbps**
- ◆ Significativo sia per l'hardware (chipset
ready-to-go) che per la direzione che
hanno scelto

Una direzione per il 5G...



- ◆ Usare più banda, ma...
- ◆ ... dove?
- ◆ Finora (4G), frequenze sotto ai 6Ghz
- ◆ Scelta di Qualcomm, usare pezzi di banda non usati: a 28Ghz e 39Ghz
- ◆ → frequenze ***molto più alte***
- ◆ Quanto alte...?

28Ghz e 39Ghz...?

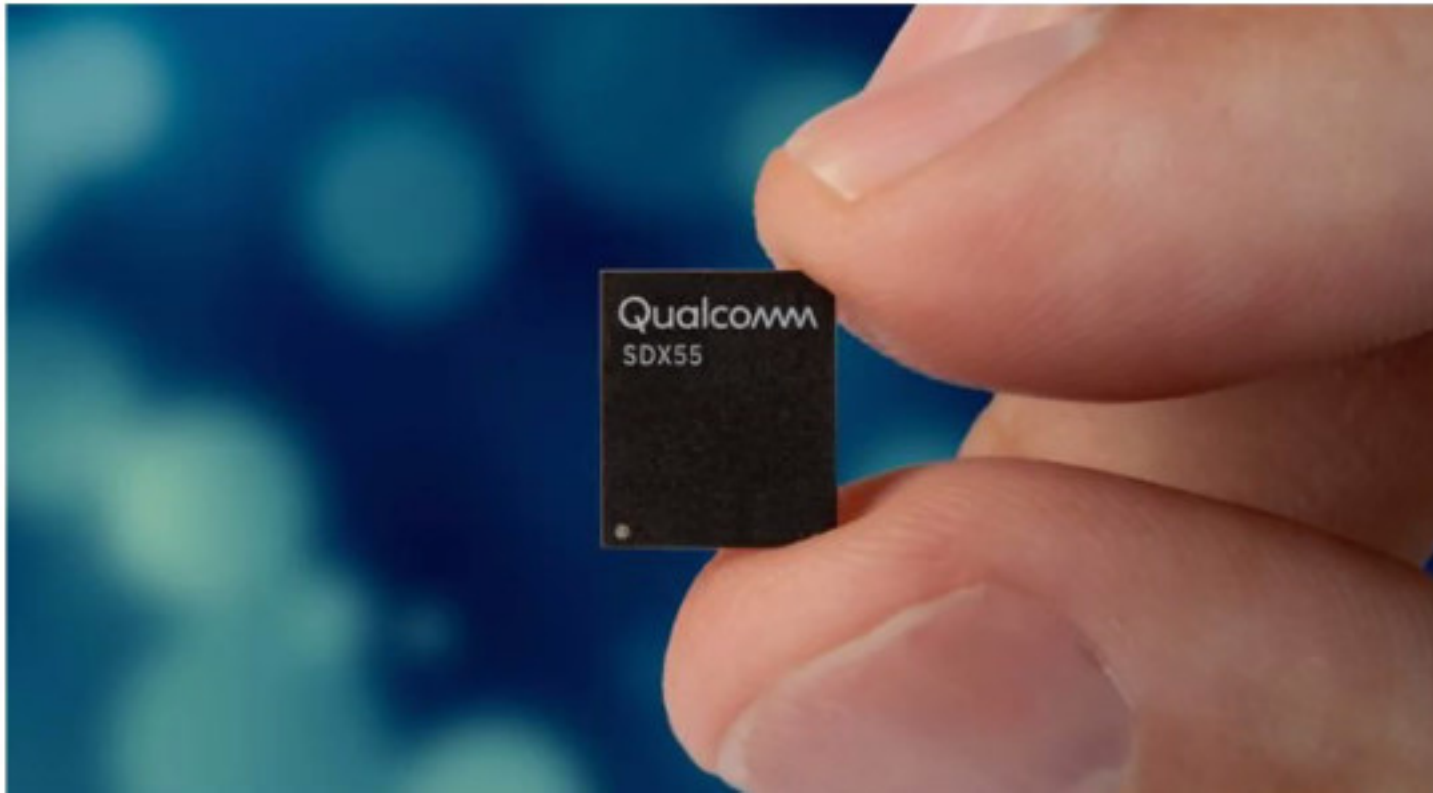


- ◆ Sono nella zona ***tra le microonde e le onde a infrarosso (!!!!)***
- ◆ Controverso quindi, per gli ovvi problemi dello strato fisico, ma Qualcomm ha proseguito con tecnologia innovativa
(→ nuove micro-antenne ad array direzionale...!!)



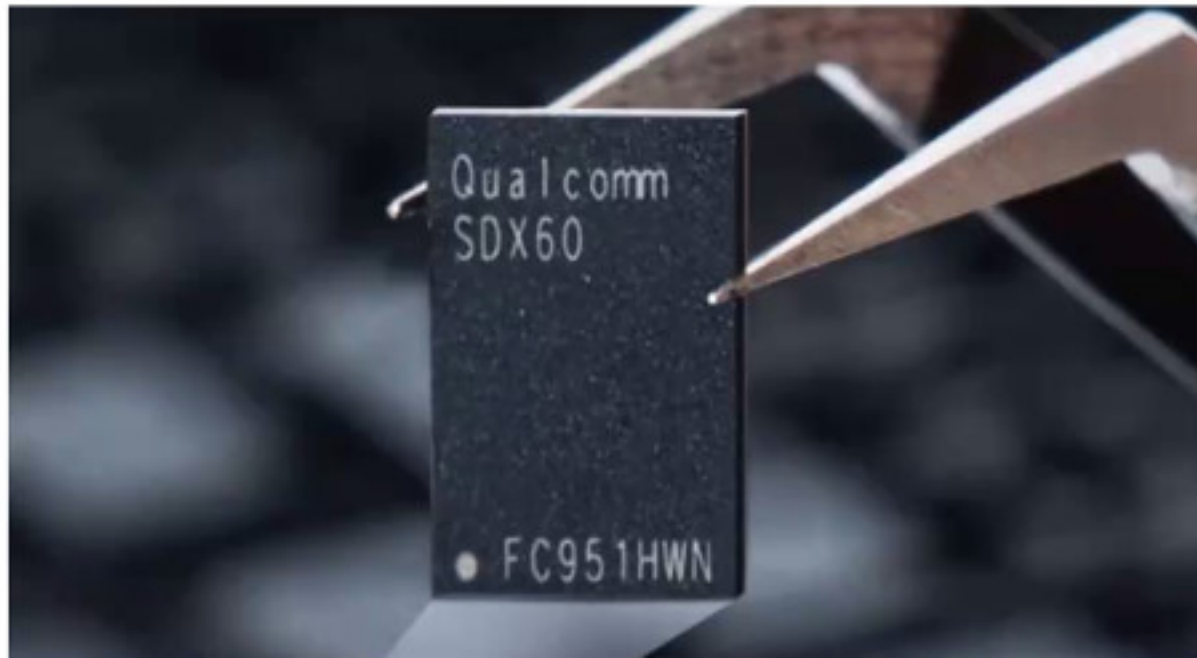
2019: Qualcomm X55

- ◆ **7Gb** download, **3Gb** upload (!)
- ◆ Retro-compatibile col 4G LTE
(antenna 4x4 MIMO, QAM 1024)



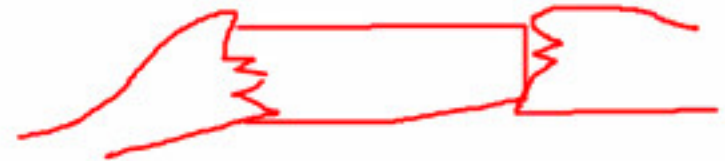
2020: Qualcomm X60

◆ 7.5Gb download, 3Gb upload
(vs. 7Gb/3Gb dell'X55...??)



Micro-onde → micro-antenne

- ◆ Quindi occupano pochissimo spazio 😊
- ◆ Ma... micro-onde...(!!)



E allora dove troviamo la
banda?



Sciò (reloaded)!



- ◆ LTE in Unlicensed Spectrum (5Ghz...)
- ◆ LAA (License Assisted Access)



Da ultimo...

- ◆ Vediamo un altro esempio di ***multiplexing wireless*** di uso comune...



Lo Stereo!

- ◆ Nella ***stereofonia***, ci sono ***due*** canali che devono essere trasmessi
- ◆ Un esempio interessante è la ***trasmissione radio stereofonica***



FM Stereo



- ◆ Come si trasmette in ***stereo*** usando FM?
- ◆ Il problema principale è stato che le trasmissioni stereo sono venute dopo, e quindi dovevano essere ***compatibili*** con le vecchie trasmissioni monofoniche

FM Stereo



- ◆ La banda mono va sui
30Hz – 15kHz
- ◆ E' stato introdotto allora un cosiddetto ***segnale pilota***, su frequenza più alta (19 kHz), che segnala la presenza del segnale stereo

FM Stereo



- ◆ Semplificando: i due segnali sinistro (**S**) e destro (**D**) vengono trattati nel seguente modo:
- ◆ Viene creato un ***nuovo segnale*** che è la media dei due: $M = (S + D) / 2$
- ◆ Questo segnale è quello che viene trasmesso nella **banda mono FM**, tipicamente 30Hz – 15kHz



FM Stereo (cont.)

- ◆ Viene inoltre creato un altro segnale:
 $E = (S - D) / 2$
- ◆ Questo segnale viene trasmesso a frequenze ***più alte***: 23-53 kHz
- ◆ Quindi un ricevitore mono prenderà solo il segnale **$M = (S + D) / 2$** , che è una ***buona approssimazione "mono"*** del segnale stereo



FM Stereo (cont.)

◆ Invece, una radio stereo sarà anche in grado di decodificare l'altro segnale $E = (S - D)/2$, e procederà alla ***ricostruzione*** del segnale stereo:

◆ **$S = M + E$**

Manca la formula $D = \dots$

Notare



- ◆ Tutto questo avviene ad un prezzo: **peggiora** il rapporto segnale rumore (di almeno un **fattore tre** rispetto al normale segnale stereo)
- ◆ Per questo motivo, considerando solo la componente mono (M), la qualità del suono può **aumentare** di molto



Inoltre...

- ◆ C'è altro multiplexing, nel caso la trasmissione FM supporti anche **RDS (Radio Data System)**
- ◆ I dati RDS sono *digitali* e vengono trasmessi su frequenze *ancora più alte: 57kHz* (la terza armonica del segnale pilota stereo (19 kHz) ...!)
- ◆ Il data rate (se mai ve lo siete chiesto) è molto basso: circa 1.12 Kbps

E...

- ◆ C'è già l'evoluzione nella radio digitale **HD Radio (Hybrid Digital)** in America (o via satellite), e **DAB (Digital Audio Broadcasting)** e **DAB+** in Europa
- ◆ Tra i vantaggi: ***molte più radio!!!!*** (ora si sprecano frequenze!)



Quiz

- ◆ Perché il DAB non ha ancora preso piede, come invece il ***digitale terrestre*** ?
- ◆ Tre fattori principali, che ora vediamo, che rendono il DAB molto diverso dal digitale terrestre.



Primo fattore: i costi!

- ◆ C'è ovviamente un costo di upgrade, ma questo c'era anche per la tv analogica, e quindi?
- ◆ Il vero problema è che non si può fare un upgrade (!):



Pensiamoci...

- ◆ Nella tv l'apparato ricevente (antenna) è **esterno**, e quindi si può mettere un ricevitore in mezzo. Non nella normale radio!



Secondo fattore: le distorsioni!

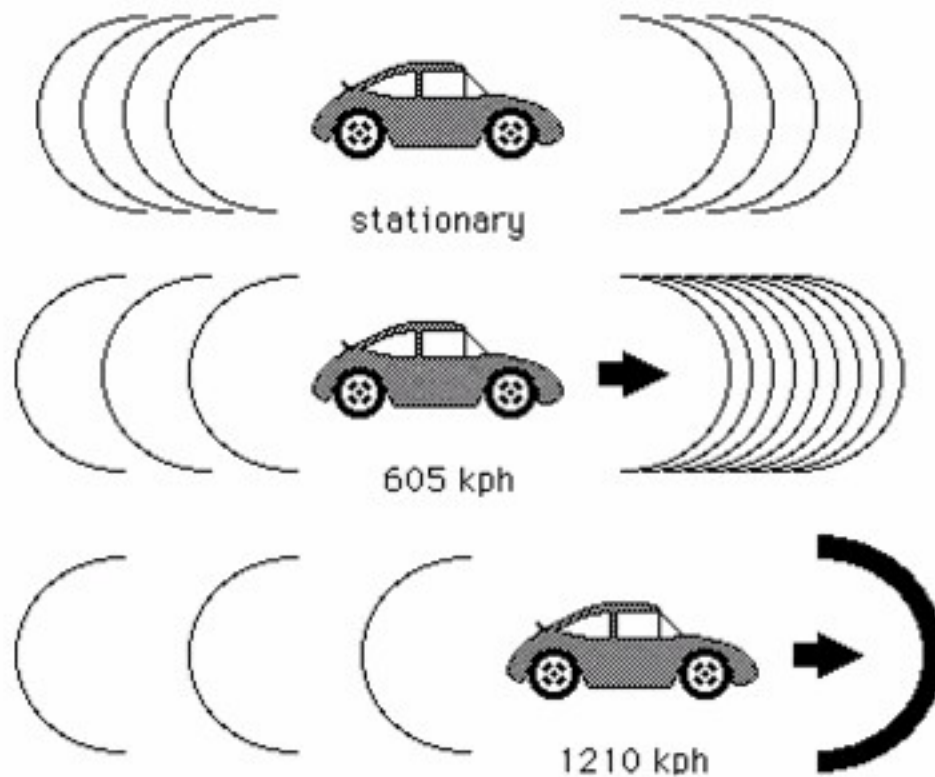


- ◆ Nella televisione, l'apparato ricevente non solo è ***esterno***, ma è ***lontano*** dalle interferenze domestiche (fuori casa / sul tetto!)
- ◆ Nella normale radio invece l'apparato ricevente è ***interno***, e quindi ***subisce*** tutte le interferenze di casa

E nell'autoradio...?



◆ → problemi di distorsione creati dall'**effetto Doppler** (!!!!!!!)



Terzo fattore: la qualità



- ◆ Per risparmiare banda, i canali audio sono ***compressi*** (usando tipicamente **MPEG2**, come per il digitale terrestre)
- ◆ Ma, problema: qui non c'è ***video*** come ***media primario*** che cattura i nostri sensi, ma ***audio***, e specialmente ***musica***
- ◆ → la ***qualità*** del suono/musica ***peggiora*** in maniera percepibile rispetto all'analogico (!)