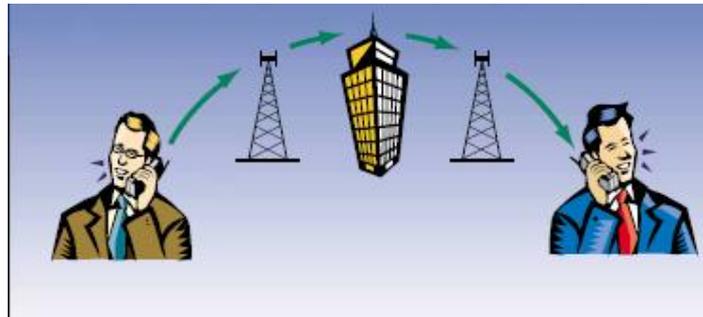




Antenne a microstriscia per applicazioni wireless



Annamaria Cucinotta

annamaria.cucinotta@unipr.it

<http://www.tlc.unipr.it/cucinotta>



Comunicazioni wireless

Nell'ambito delle comunicazioni wireless è stata sviluppata una vasta gamma di servizi in un range di frequenze che va a 800 a 2500 MHz:

- Global Positioning System (GPS: 1.5744-1.5746 GHz);
- Personal Communication Systems (0.824-0.896 GHz e 1.85-1.99 GHz);
- Satellite Digital Audio Radio Services (SDARS: 2.3325-2.3450 GHz);
- Digital Audio Broadcasting (DAB: 1.452-1.492 GHz);
- Bluetooth (2.4-2.4835 GHz).

Contemporaneamente all'evoluzione dei protocolli di comunicazione, anche l'evoluzione delle antenne ha ricoperto un ruolo importante !



Antenne per applicazioni wireless

Le antenne usate nella telefonia mobile devono possedere le seguenti caratteristiche:

1. Minimo volume occupato (ridotte dimensioni del terminale e sua forma);
2. Peso leggero;
3. Conformità al montaggio;
4. Operazioni multibanda per i differenti standards di comunicazione;
5. Ampiezza di banda adeguata, tale da coprire il range di frequenze usato dal sistema;
6. Caratteristiche isotropiche di radiazione (antenne omnidirezionali);
7. Effetti trascurabili sul corpo umano;
8. Bassi costi di fabbricazione.

Antenne in tecnologia planare

La tecnologia si sta ormai indirizzando sempre più verso l'uso di antenne interne e l'elemento radiante è tipicamente costruito in tecnologia planare.

La possibilità di integrare uno o più servizi su una singola antenna è un obiettivo attualmente perseguito da molte case produttrici di terminali mobili, soprattutto in ambito automotive.

Planar Inverted F-Antenna (PIFA) per WLAN



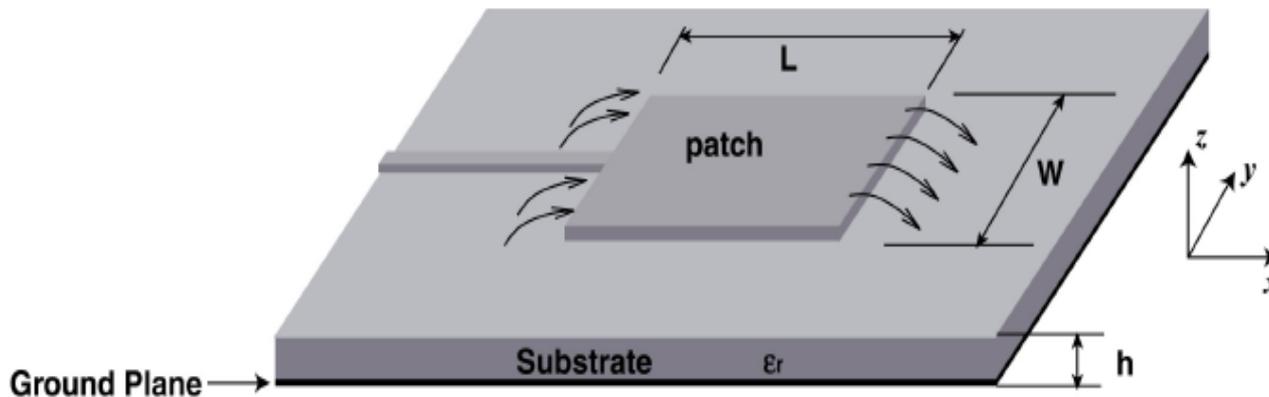


ANTENNE a MICROSTRISCIA o a Patch

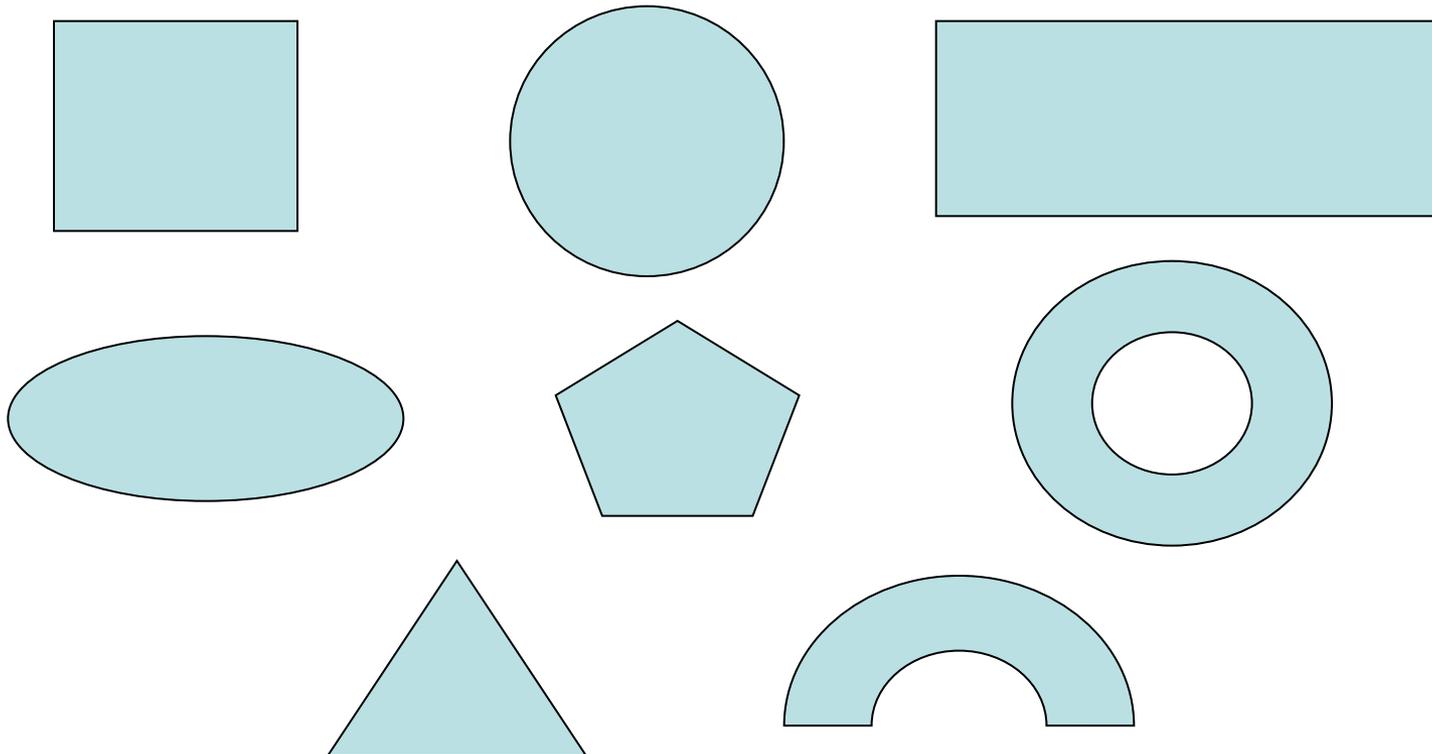
- Le a. a microstriscia sono a. integrate su chip, utilizzano elementi radianti realizzati su substrati dielettrici.
- Vantaggi principali:
 - Dimensioni ridotte (è il principale vantaggio, in particolare per frequenze attorno a 1 GHz per cui le dimensioni sono ancora considerevoli);
 - Basso costo (il costo di può ridurre utilizzando un dielettrico di basso costo ma comunque affidabile);
 - Facilità di realizzazione.
 - Integrazione del circuito (quando l'antenna è complessa o fa parte d una rete è possibile integrare sullo stesso substrato tutti gli elementi della rete, antenna compresa).
 - Produzione su larga scala (la produzione può essere automatizzata, perciò più economica e più affidabile in termini di qualità e ripetibilità).
- Svantaggi:
 - Basso guadagno;
 - Bassa capacità di potenza (è limitata dal substrato utilizzato e dalle dimensioni delle linee di alimentazione).
 - Banda stretta (hanno una banda di lavoro intrinsecamente molto stretta, a meno di ricorrere a tecniche complesse che ne riducono i vantaggi).

STRUTTURA della MICROSTRISCI

- Un'a. a m. è composta da:
 - un patch metallico (elemento radiante) posto su
 - un sottile strato di dielettrico a sua volta posato su
 - un piano di massa.



Elemento radiante



L'elemento radiante può avere geometrie diverse.

Dimensioni

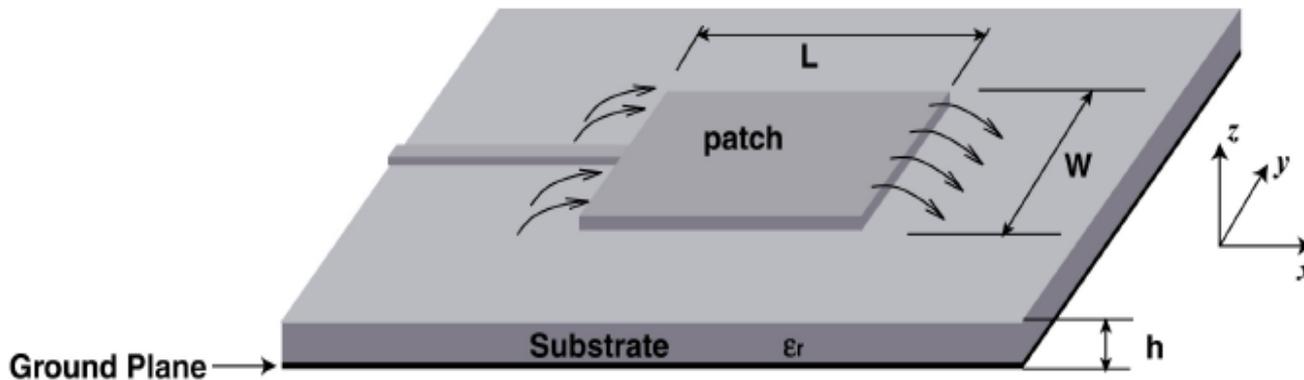
$$L = 0.49\lambda_0 / \sqrt{\epsilon_r} = 0.49\lambda$$

L lunghezza dell'elemento

ϵ_r costante dielettrica del substrato ($2.2 \leq \epsilon_r \leq 13$)

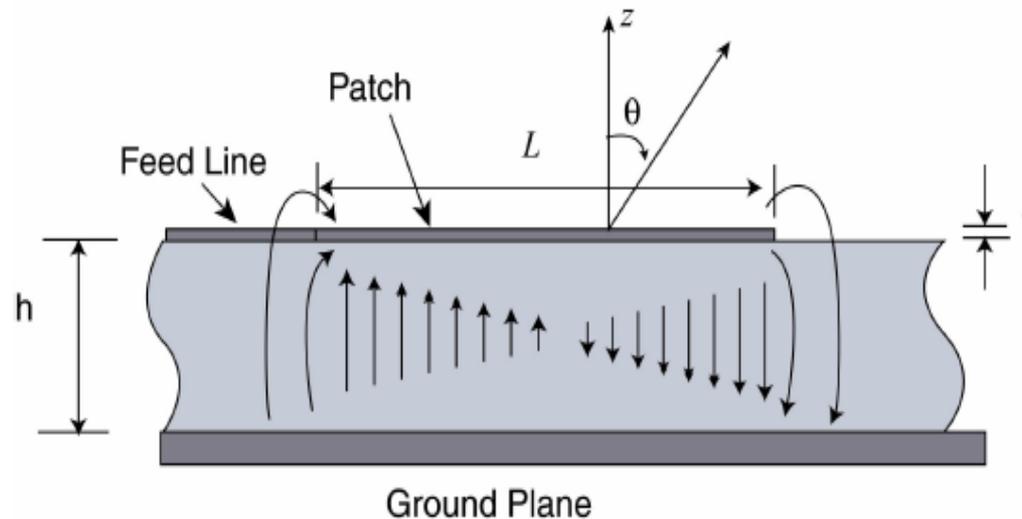
λ_0 lunghezza d'onda nello spazio libero

λ lunghezza d'onda nel substrato



Come funziona?

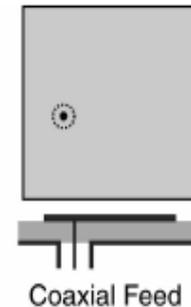
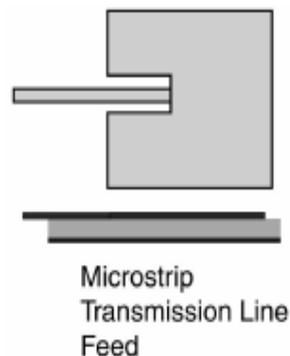
- Il campo elettrico è interno al substrato ed è perpendicolare sia al patch che al piano di massa.
- Ai bordi del patch ci sono delle discontinuità tra metallo, substrato ed aria.
- Per mezzo dell'apertura formatasi tra lo spigolo del patch e il piano di massa si ha irradiazione. Essendo lo spessore del dielettrico molto inferiore a $\lambda/4$ ciascuna fessura irradia in modo omnidirezionale



Alimentazione

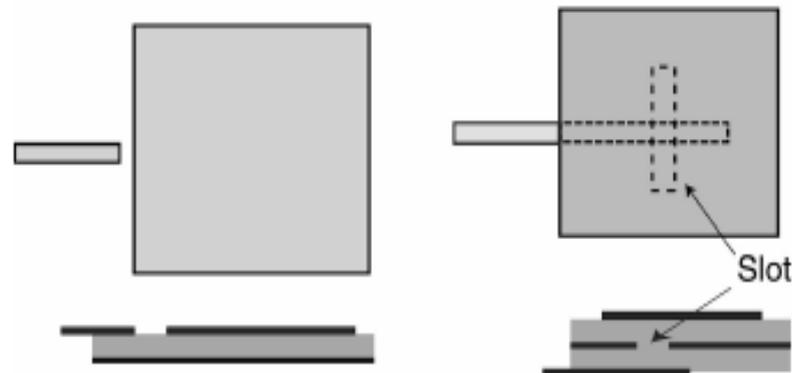
Tre metodi sono impiegati:

1. Utilizzo di una linea di trasmissione a microstriscia che inserisce in una piccola fessura del patch. L'impedenza di ingresso può essere modificata scegliendo opportunamente il punto di alimentazione.
2. L'alimentazione arriva attraverso un cavo coassiale. Il conduttore centrale deve essere collegato direttamente con il patch dell'antenna attraverso il substrato. Il conduttore esterno deve invece essere unito al piano di massa. Il punto di alimentazione viene scelto per adattare l'impedenza di ingresso a quella del cavo coassiale.



Alimentazione

3. Il patch dell'antenna viene accoppiato elettromagneticamente con la linea di alimentazione sia su uno stesso strato che su strati differenti. Il patch può anche essere accoppiato con la linea di trasmissione attraverso un'apertura realizzata in una struttura a pila. L'impedenza di ingresso può essere regolata da un maggior numero di parametri rispetto ai primi due metodi, nei quali conta solo la posizione del punto dove si inserisce l'alimentazione.



Electromagnetically
Coupled

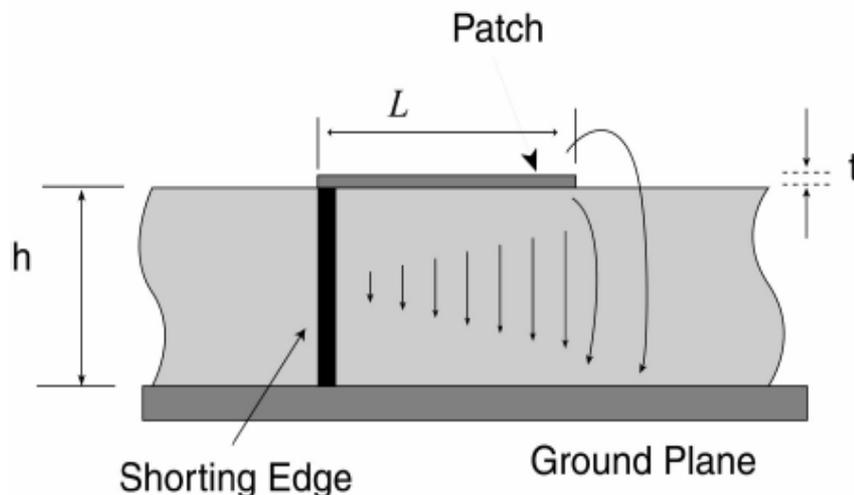


Perdite

- Le perdite sono localizzate all'interno del conduttore metallico e del dielettrico.
- La frequenza e la rugosità della superficie metallica determinano le perdite nel conduttore metallico. All'aumentare della frequenza diminuisce la profondità di penetrazione del campo e.m. all'interno del conduttore (effetto pelle) ma aumentano considerevolmente le perdite. Si possono usare delle superfici metalliche con rugosità trascurabile rispetto alle frequenze in gioco.
- Le perdite del dielettrico dipendono dalla costante dielettrica, dalla frequenza e dalla conducibilità del mezzo. Per contrastare questo tipo di perdite si usano appositi materiali come l'arseniuro di gallio (GaAs).
- Una scelta ottima della costante dielettrica del substrato e della sua altezza permettono di limitare le perdite dovute alle onde superficiali. Esse sono dovute a fenomeni di riflessione

Riduzione delle dimensioni dell'antenna

- La costante dielettrica e l'altezza del substrato sono parametri determinanti per le caratteristiche dell'antenna.
- L'aumento delle dimensioni del substrato e la diminuzione della costante dielettrica permetterebbe di contenere le perdite ma comporta un incremento delle dimensioni dell'antenna.
- Metodo che permette di ridurre le dimensioni di patch: cortocircuitare un lato attraverso dei collegamenti metallici. Questo lato viene collegato al piano di massa attraverso il substrato.



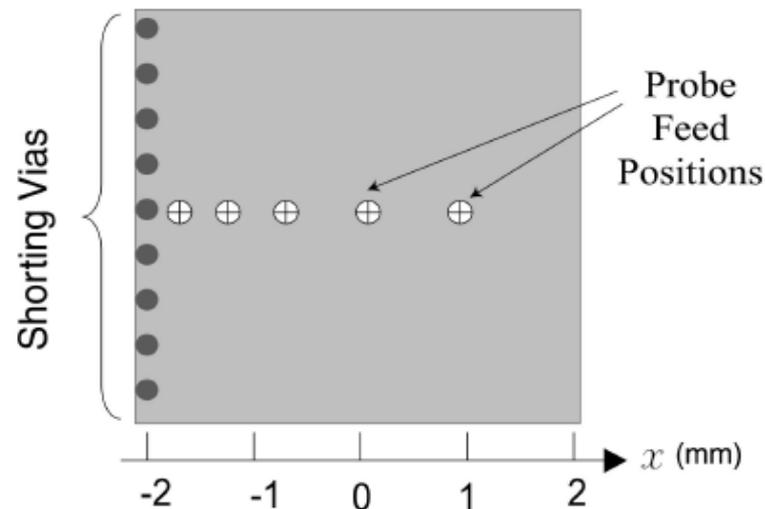


Riduzione delle dimensioni dell'antenna

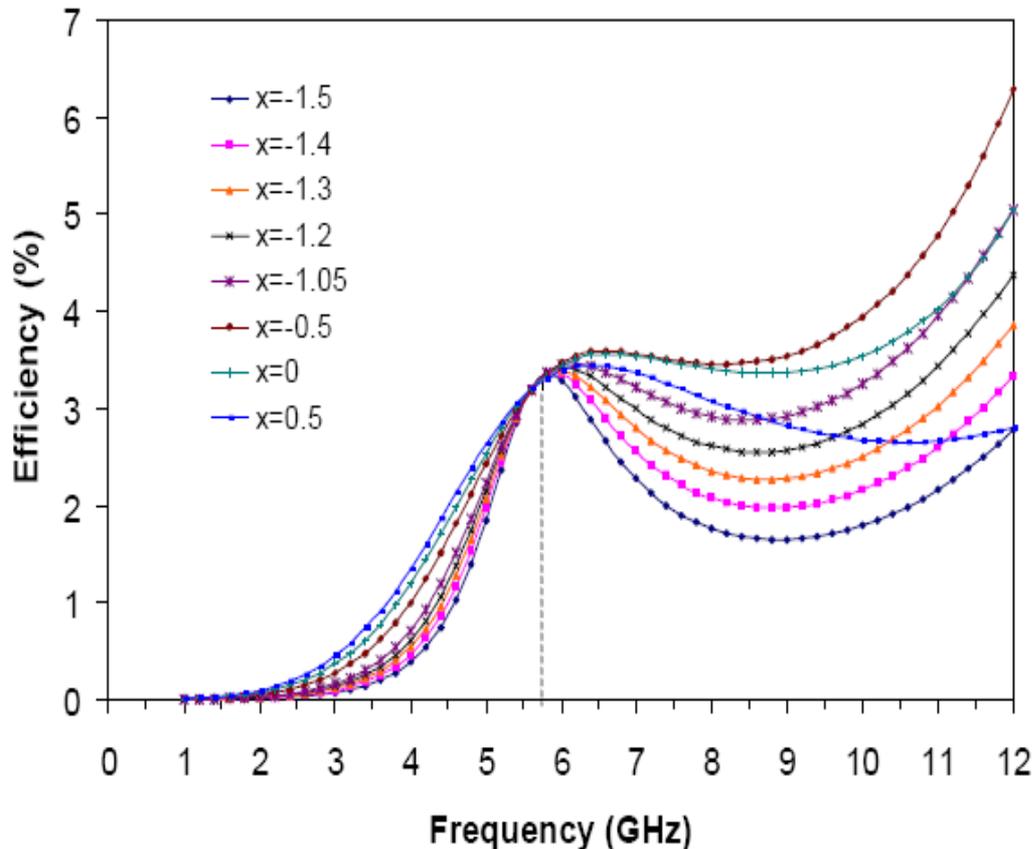
- Il lato cortocircuitato presenta un minimo del campo elettrico mentre il lato opposto presenta un massimo. La creazione di questo muro elettrico su un lato del patch permette di portare le dimensioni a circa $\lambda/4$.
- Esempio antenna funzionante a 5.5 GHz:
 - Substrato GaAs alto 125 μm , con costante dielettrica 12.9.
 - Patch quadrato con lato lungo di 3.73 mm e con un lato cortocircuitato.
- Attualmente si hanno dei front-end radiotrasmittenti con una dimensione max di qualche decina di mm, quindi è possibile integrare il front-end con l'antenna.

Caratteristiche dipendenti dal punto di alimentazione

- Le proprietà fondamentali di un'a. a m. sono fortemente influenzate dalla forma del patch, dalle sue dimensioni e dalla costante dielettrica del substrato.
- La resistenza di ingresso dipende principalmente dal posizionamento del punto di alimentazione.
- Patch cortocircuitato su un lato con le varie posizioni del punto di alimentazione:



Variare del rendimento in funzione della frequenza per diverse posizioni del punto di alimentazione

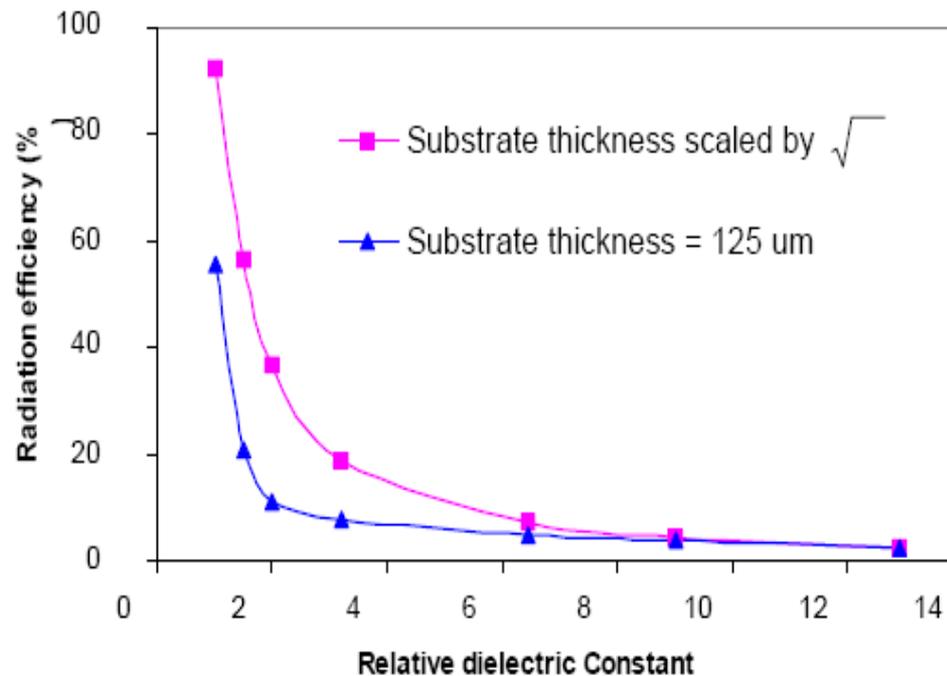


Per $f = 5.6 \text{ GHz}$ si ha 3.6%:
Questo è dovuto a:

- una cost. dielettrica molto alta necessaria per ridurre le dimensioni;
- perdite nel conduttore,
- Altezza del substrato molto piccola rispetto alla lunghezza d'onda e alla costante dielettrica.

Effetto della costante dielettrica e dell'altezza del substrato

- Substrato con un'altezza che varia in funzione della radice quadrata della costante dielettrica.
- Substrati con stessa altezza e diversa cost. dielettrica





Antenne a microstriscia ad alto guadagno

- Per aumentare il guadagno si possono realizzare degli array verticali o orizzontali.
- L'alimentazione può essere in serie o in parallelo.