

CORSO BASE DI RISONANZA MAGNETICA

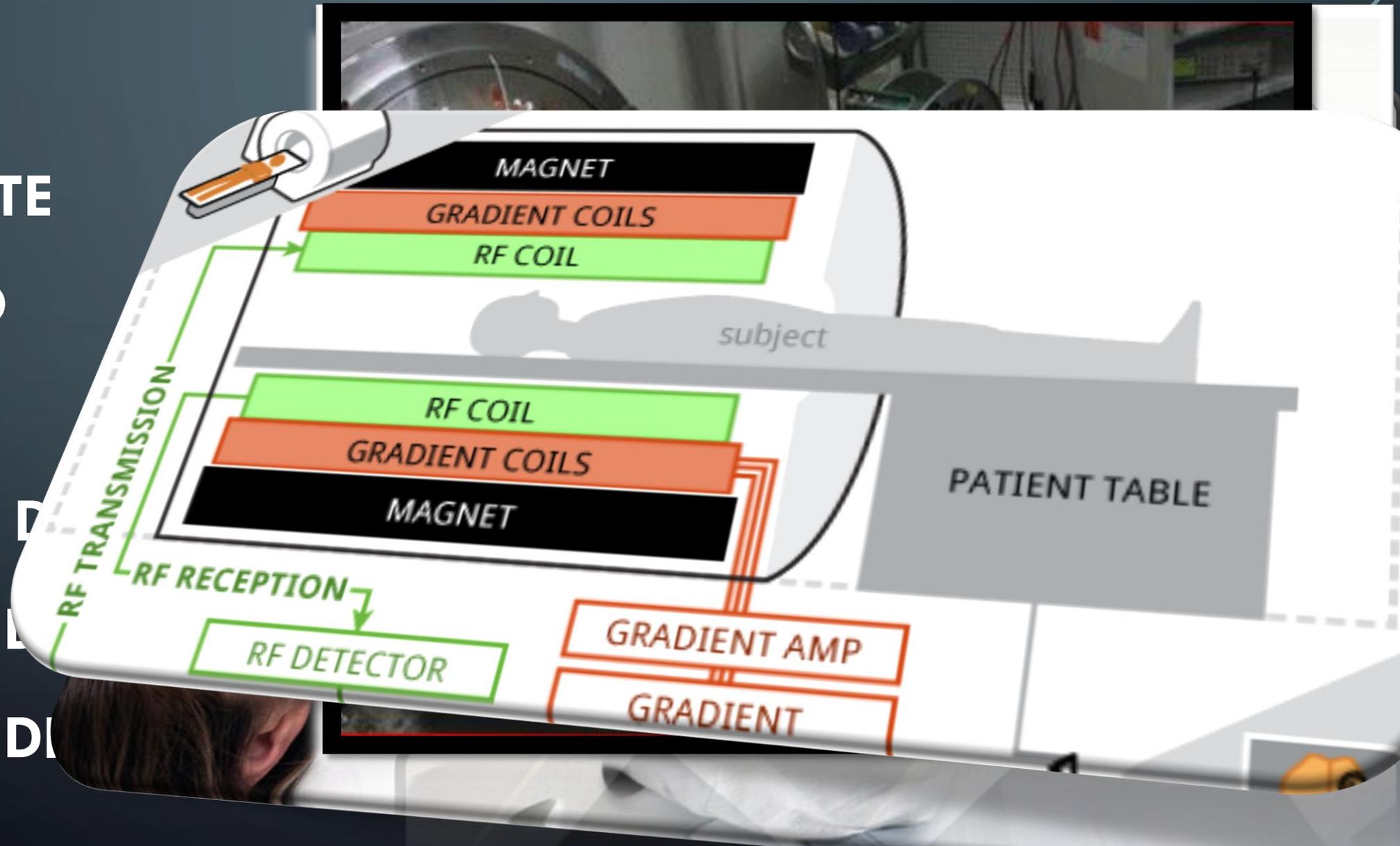
Latina, 7 Maggio 2022

HARDWARE E SOFTWARE

TSRM SCOCCHI CESARE

STRUTTURA DEL TOMOGRAFO RM

- MAGNETE
- LETTINO
- BOBINE
- GABBIA DI PROTEZIONE
- SISTEMI DI RISONANZA
- SISTEMI DI CONTROLLO



MAGNETI: CARATTERISTICHE

- INTENSITA'
- OMOGENEITA'
- STABILITA' TEMPORALE

STRUTTURA DEL TOMOGRAFO RM

MAGNETE PERMANENTE

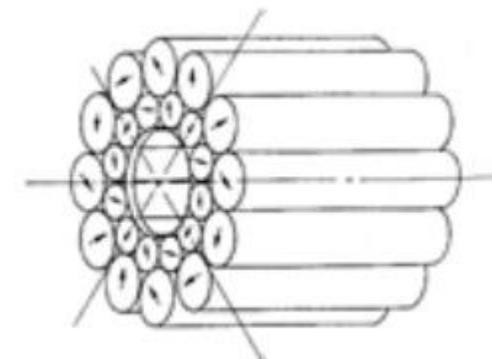
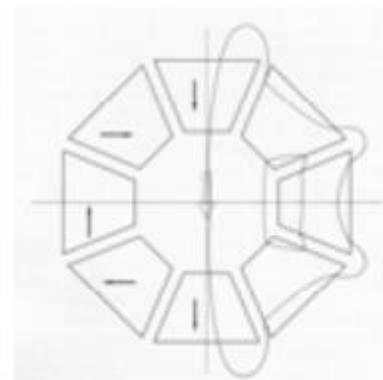
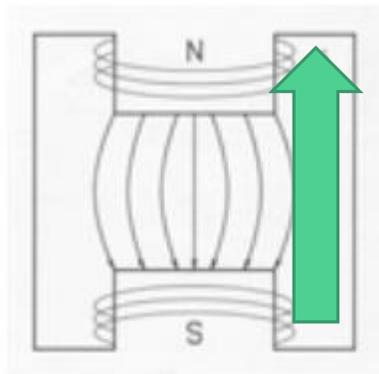
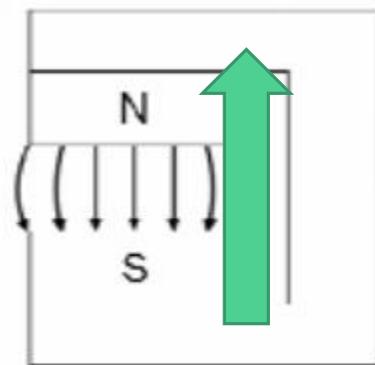
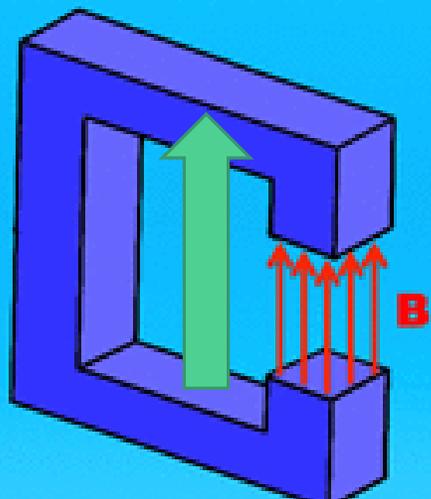
Costituiti da blocchi di Neodimio-Ferro-Boro assemblati che sottoposti ad una forte scarica elettrica iniziale riescono a mantenere la magnetizzazione acquisita a tempo indefinito.

DIVERSE GEOMETRIE POSSIBILI

H

C

ANELLO-TRAPEZIO-CILINDRICO



STRUTTURA DEL TOMOGRAFO RM

MAGNETE PERMANENTE

- RIDOTTA CLAUSTROFOBIA
- BASSI COSTI DI GESTIONE
- BASSO CONSUMO ENERGETICO
- BASSA PRODUZIONE DI CALORE
(NO ELIO)

- **CAMPI DA 0,2 A 0,5 T**

- **NON OTTIMA STABILITÀ NEL TEMPO DI B0**

- BASSA USURA

- PERMETTE DIVERSE GEOMETRIE
(ORTOSTASI-CLINOSTASI)

- **SI/NO GABBIA DI FARADAY**

- BASSA USURA

- BASSA USURA

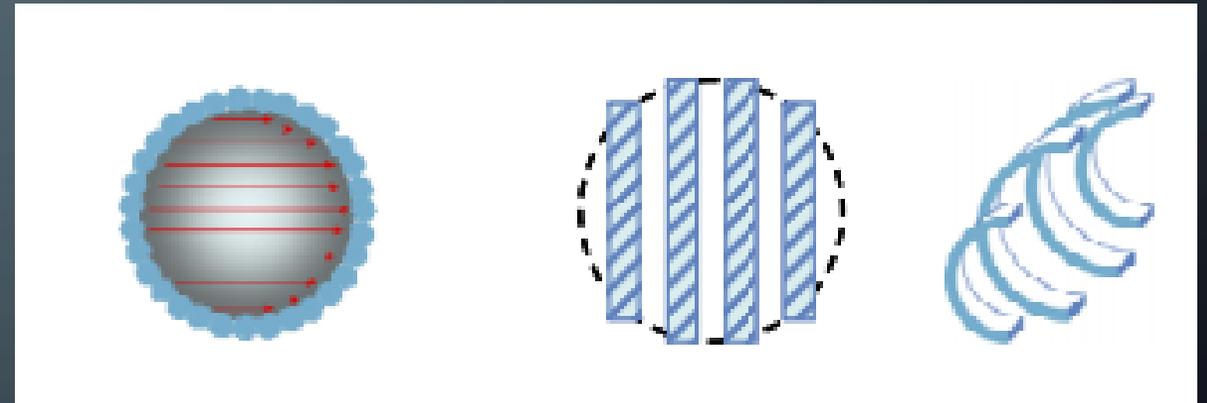
- BASSA USURA



STRUTTURA DEL TOMOGRAFO RM MAGNETE RESISTIVO

Costituiti da spire separate disposte lungo l'asse del magnete e percorse da corrente elettrica.

- **BASSI COSTI DI ACQUISTO**
- **ALTO CONSUMO ENERGETICO**
- **ALTI COSTI DI GESTIONE**
- **ALTA PRODUZIONE DI CALORE
(NO ELIO MA ARIA/ACQUA)**
- **ALTA USURA**
- **INTENSITA' MASSIMA CMS DI 0,3T**
- **DISCRETA STABILITÀ NEL TEMPO DI B0**
- **NO GABBIA DI FARADAY**
- **FOV PICCOLI**



**SONO STATI TRA I PRIMI
AD ESSERE USATI
ATTUALMENTE
ABBANDONATI**

STRUTTURA DEL TOMOGRAFO RM

MAGNETE SUPERCONDUTTORE



Costituiti da spire di Nickel-Niobio-Stannio o Niobio-Titanio percorse da corrente elettrica ed immerse in un bagno di elio prossimo allo zero assoluto.

- ALTI COSTI DI ACQUISTO
- ALTI COSTI DI GESTIONE
- NO PRODUZIONE DI CALORE
(BAGNO DI ELIO) 1500L COSTANO 40000€
- CAMPI FINO A 42 TESLA
- ALTI RISCHI LEGATI ALLA PROTEZIONISTICA
- CLAUSTROFOBIA
- OTTIMA STABILITÀ NEL TEMPO DI B0
- BASSA USURA
- INSTALLAZIONE IN SPAZI AMPI
- FOV ANCHE DI GRANDI DIMENSIONI
- ALTO SNR
- POSSIBILITA' DI IMAGING AVANZATO
- GEOMETRIA FISSA ORIZZONTALE
- GABBIA DI FARADAY

STRUTTURA DEL TOMOGRAFO RM

BOBINE DI GRADIENTE

Sono costituiti da avvolgimenti in rame percorsi da corrente elettrica modulata allo scopo di modificare l'intensità del campo magnetico attraverso la generazione di un campo magnetico variabile in maniera linearmente di intensità lungo una direzione di applicazione.

Gradient coil

- *There are 3 gradient coils within the main magnet ie. X,Y,Z gradient coil which produce 3 different magnetic fields each are less strong than main magnet .*
- *They has capacity to image directionally along X,Y,Z axis by changing precessional frequencies.*



A view of the three EFNMR/MRI coils



Gradient Coils

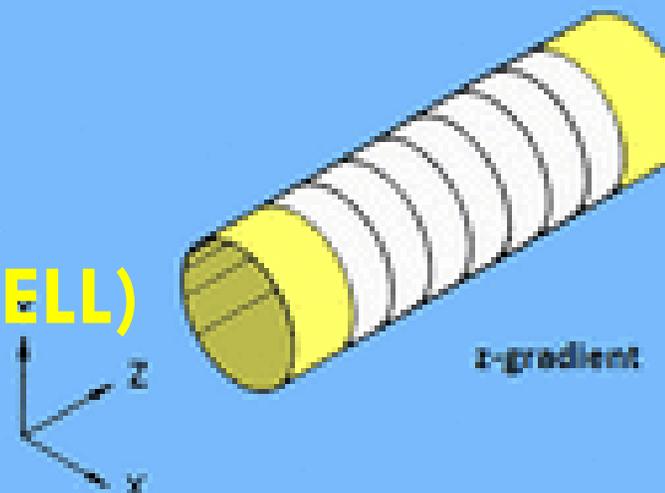
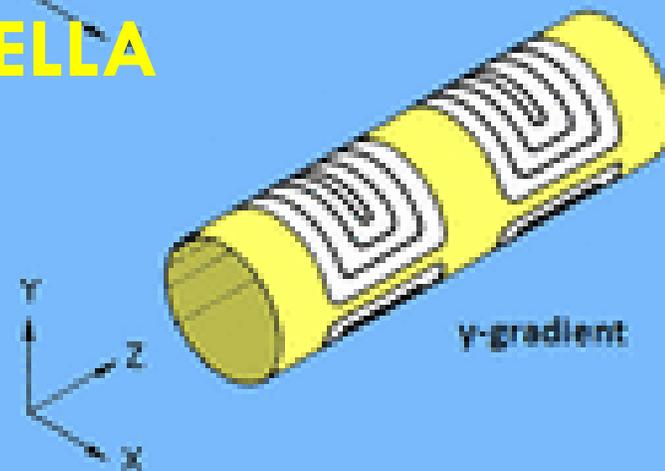
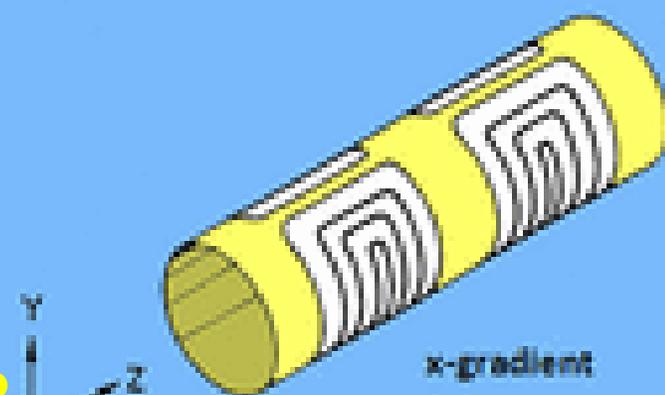
BOBINE DI GRADIENTE

POSSONO AVERE
FORME DIVERSE IN
FUNZIONE DELLA
GEOMETRIA DI
APPLICAZIONE



STRUTTURA AD 8
BOBINA A DOPPIA SELLA
(GOLAY)
GRADIENTI X Y

STRUTTURA
CONTRAPPOSTA
(HELMHOLTZ-MAXWELL)
GRADIENTE Z



BOBINE DI GRADIENTE

CARATTERISTICHE DEI GRADIENTI

POTENZA MASSIMA

mT/m

CM

DUTY CYCLE

TEMPO DI SALITA

S

0,3

5-40 mT/m/s

SLEW RATE

mT/m/s

1

5-120 mT/m/s

DUTY CYCLE

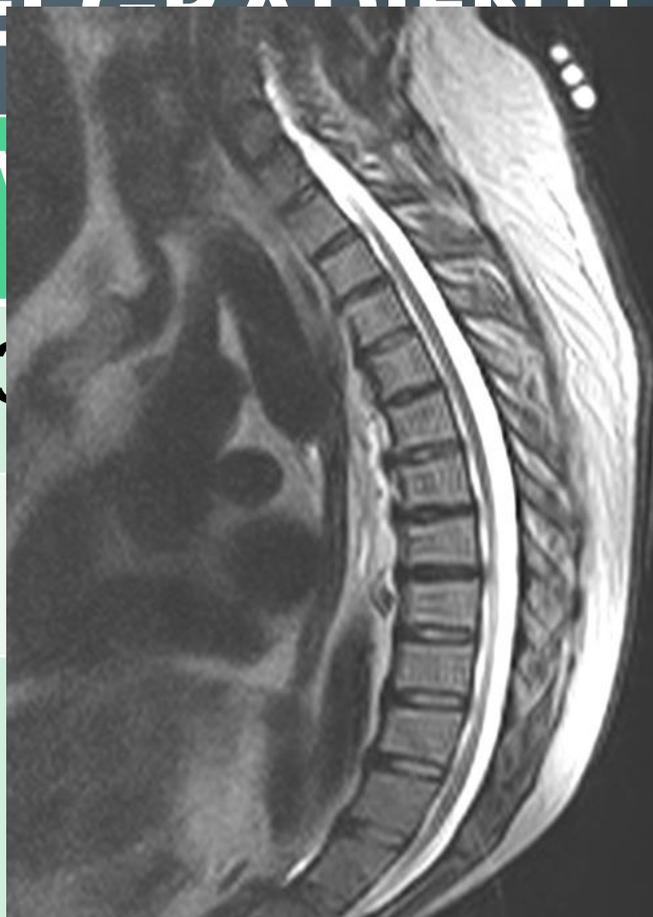
mT/m/s

3

0-200 mT/m/s

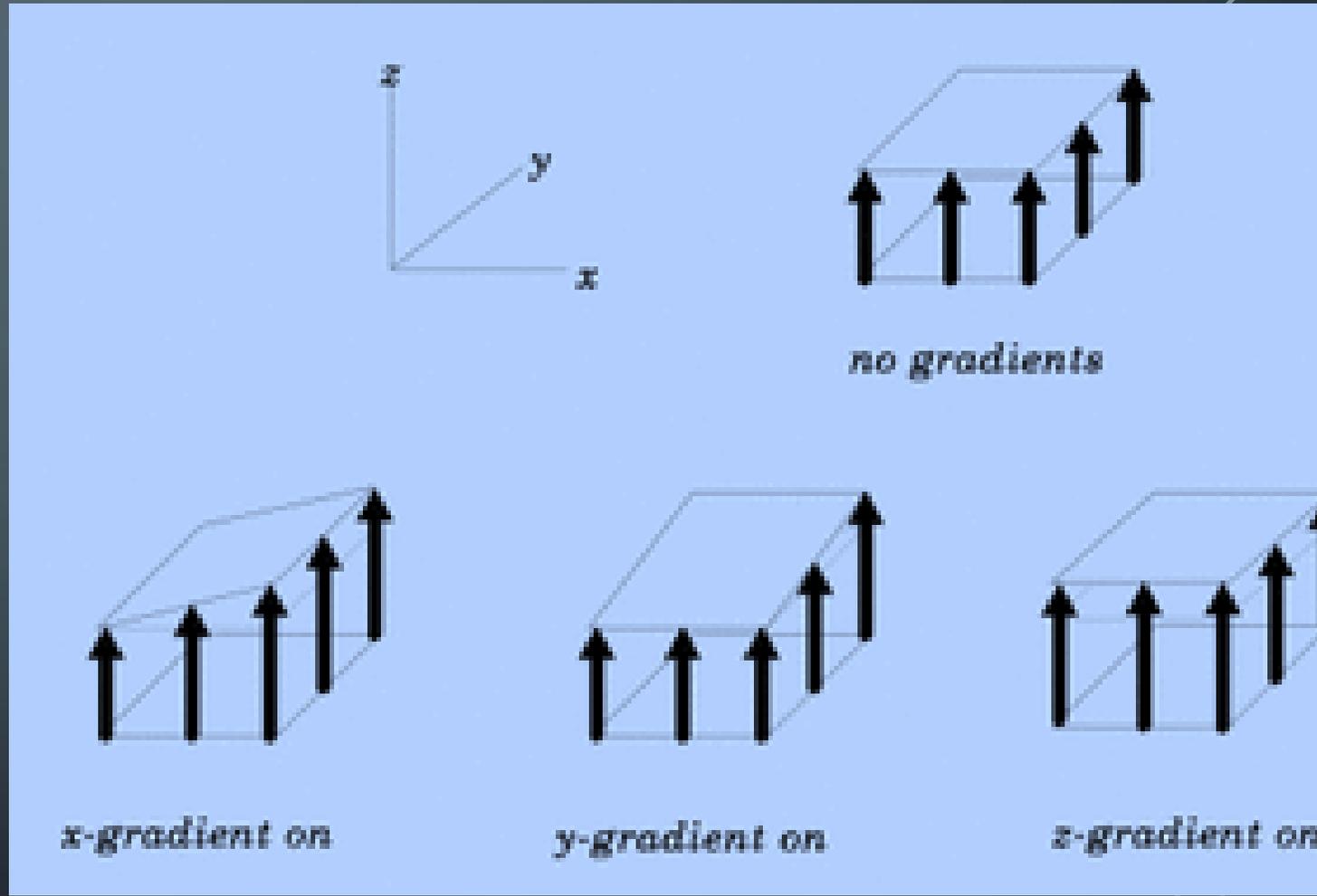
LINEARITA'

PROFILO (SHARP)



BOBINE DI GRADIENTE

LE BOBINE NON
CREANO GRADIENTI
INCLINATI MA SOL
PERPENDICOLARI.
E' LA DIFFERENZA
APPLICATA AD OGNI
STRATO A DARE
L'INCLINAZIONE



BOBINE DI GRADIENTE



RUMORE ACUSTICO

Il rumore acustico è trascurabile con magneti fino a 0,5 T.

Per ridurre il rumore acustico è consigliabile l'utilizzo di gradienti definiti «Quiet Gradient Coil».

Per studi che superano gli 80 dB l'ICNIRP raccomanda di far indossare ai pazienti ed operatori i DPI forniti.



EDDY CURRENTS

- Le correnti parassite o correnti di Foucault o correnti di eddy (dall'inglese eddy: vortice) sono delle correnti indotte in masse metalliche conduttrici che si trovano immerse in un campo magnetico variabile o che, muovendosi, attraversano un campo magnetico costante o variabile. In ogni caso è la variazione del flusso magnetico che genera queste correnti.

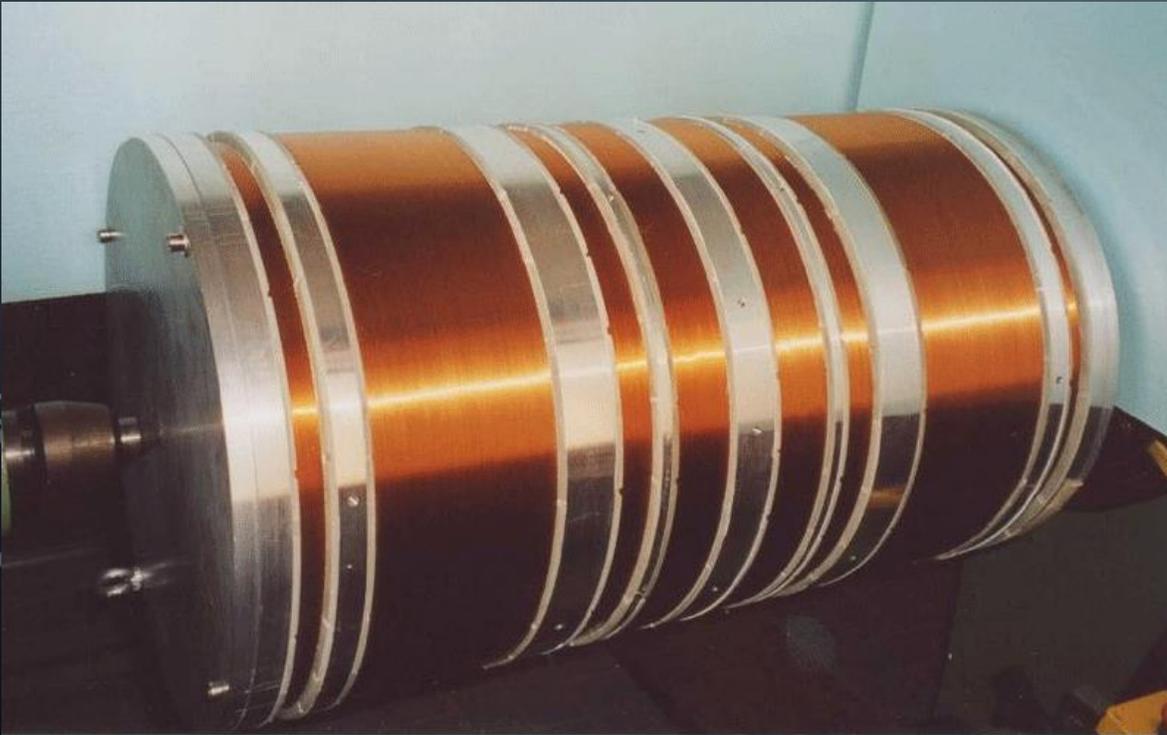
HANNO IMPORTANTI EFFETTI SIA SUL PAZIENTE (RISCALDAMENTO DEI TESSUTI E STIMOLAZIONE DEI NERVI PERIFERICI CHE SULL' IMAGING SPECIE IN SPETTROSCOPIA E DIFFUSIONE)

STRUTTURA DEL TOMOGRAFO RM

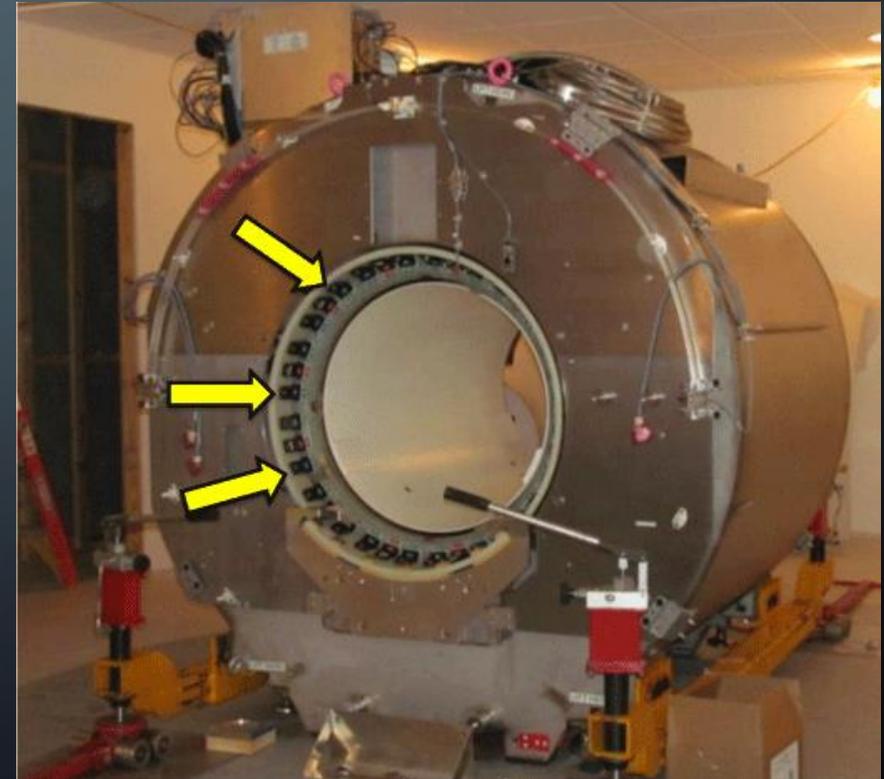
BOBINE DI SHIM

Hanno lo scopo di correggere le inomogeneità locali di campo attraverso dei campi magnetici variabili

ATTIVE



PASSIVE



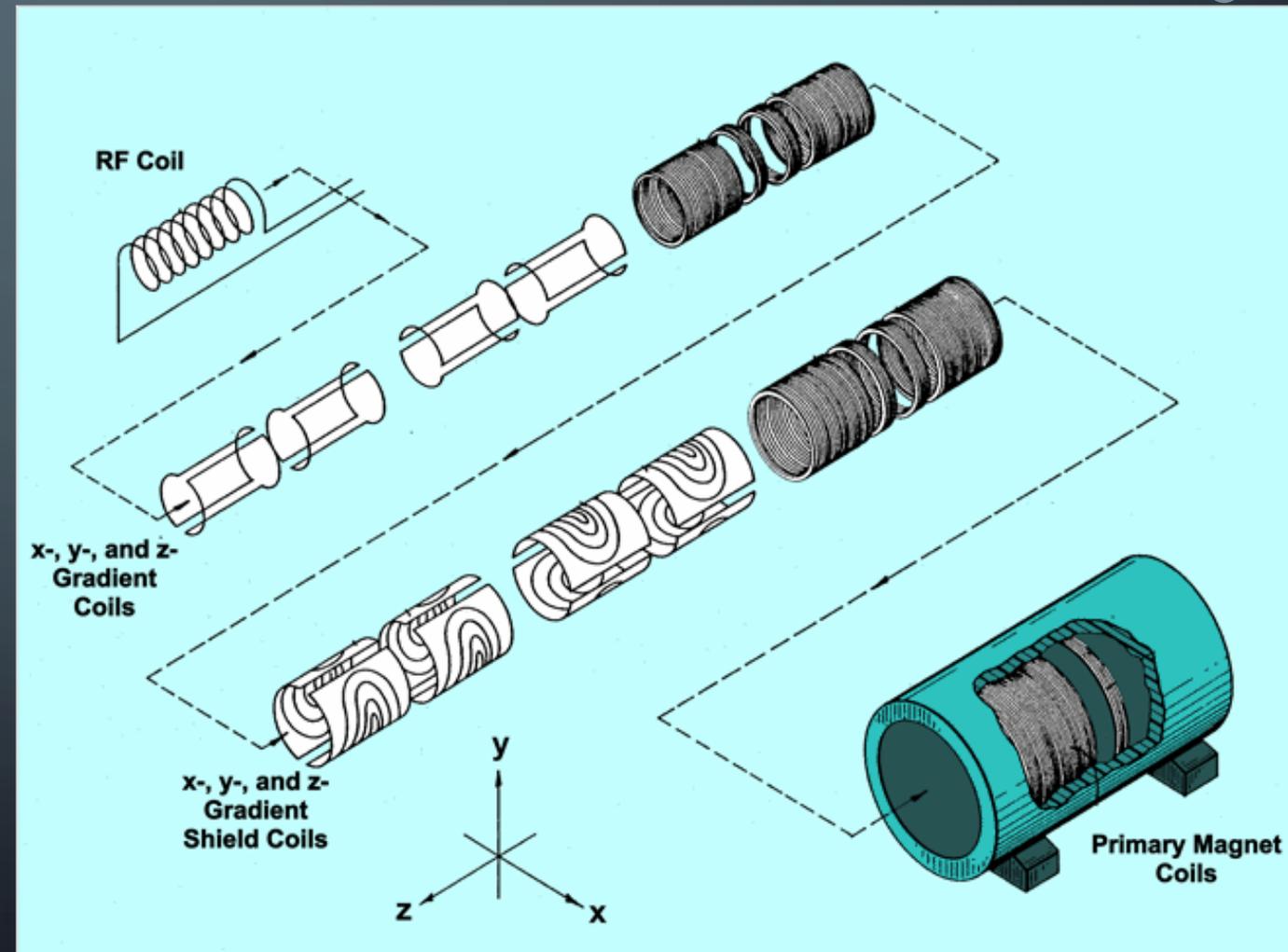
STRUTTURA DEL TOMOGRAFO RM

BOBINE DI SHIELDING

Hanno lo scopo di annullare l'effetto di un gradiente attraverso la generazione di un campo che si annulli con quello principale nei punti dove non è desiderato l'effetto del gradiente.

(verso l'esterno)

Poste tra bobine di gradiente e magneti



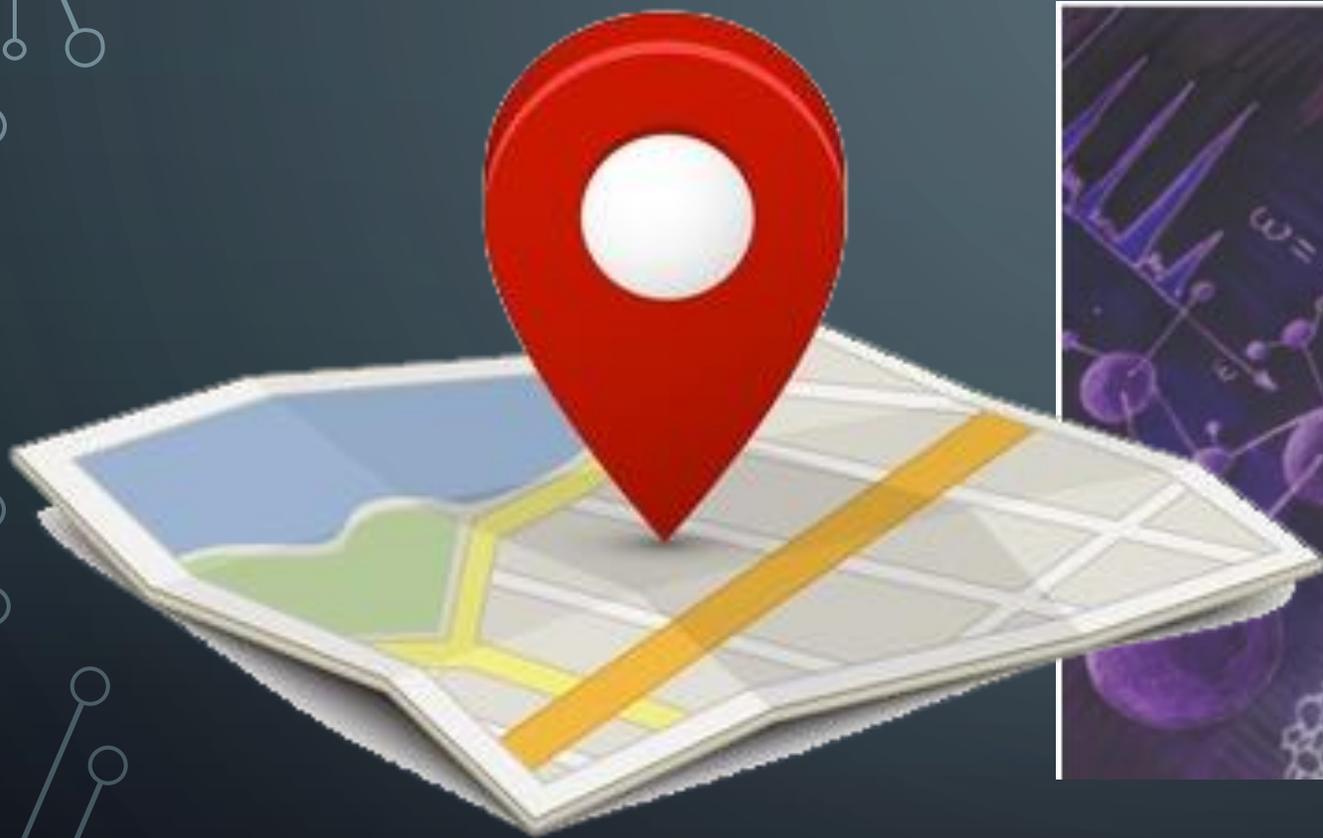
STRUTTURA DEL TOMOGRAFO RM

BOBINE DI SUPERFICIE (RF)

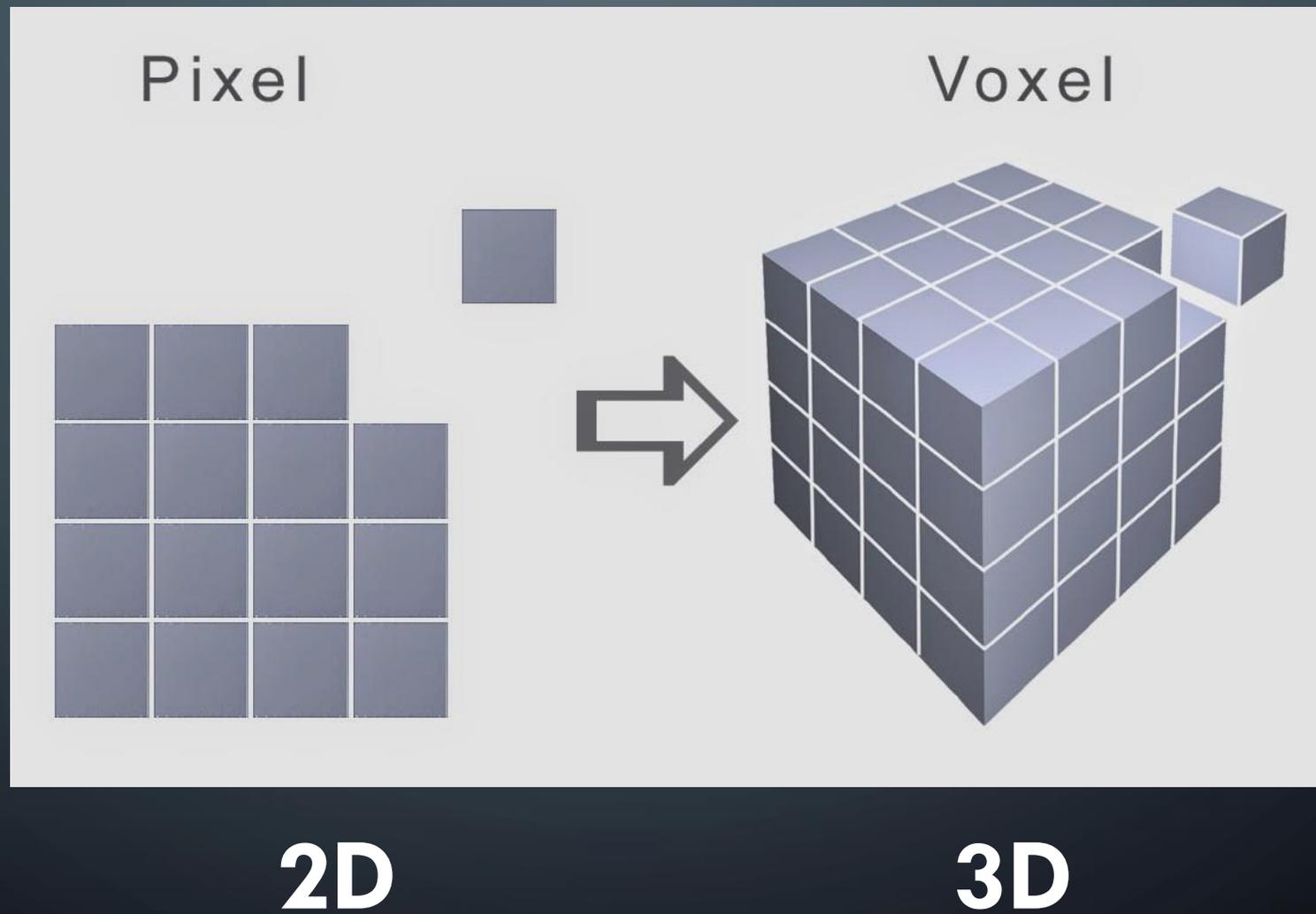
Sono quelle bobine deputate all'invio delle radiofrequenze necessarie per creare B1 e la ricezione del segnale.

Hanno diverse classificazioni

- **TRASMITTENTI**
- **RICETTIVE**
- **MISTE**
- **Q-BODY**
- **ENDORETTALE**
- **VOLUME**
- **SUPERFICIE**
 - **RIGIDE**
 - **FLESSIBILI**
- **SINGOLO CANALE**
- **PHASED ARRAY**
- **QUADRATURA**

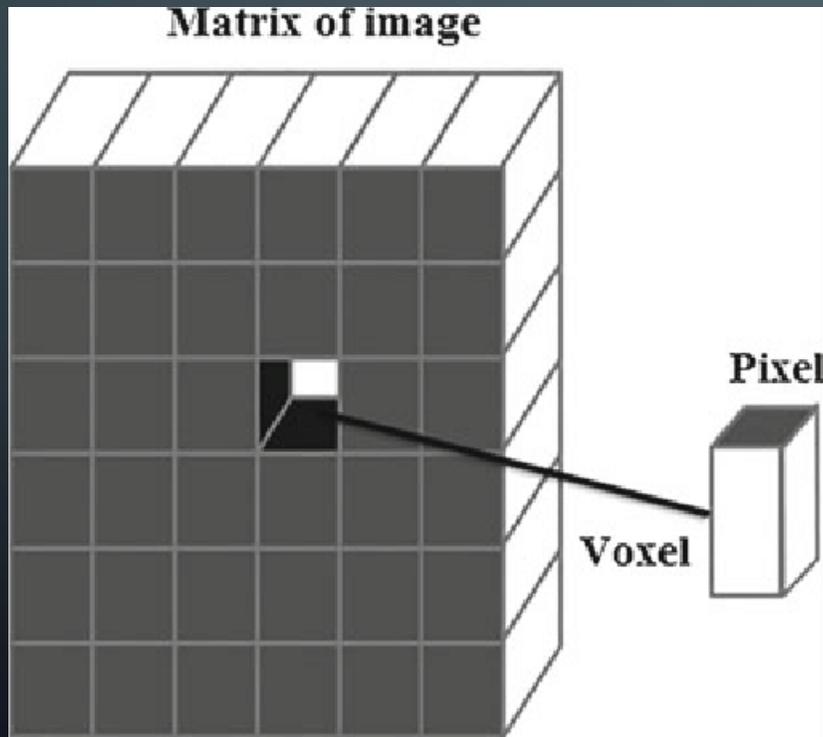


CODIFICA SPAZIALE DEL SEGNALE



CODIFICA SPAZIALE DEL SEGNALE

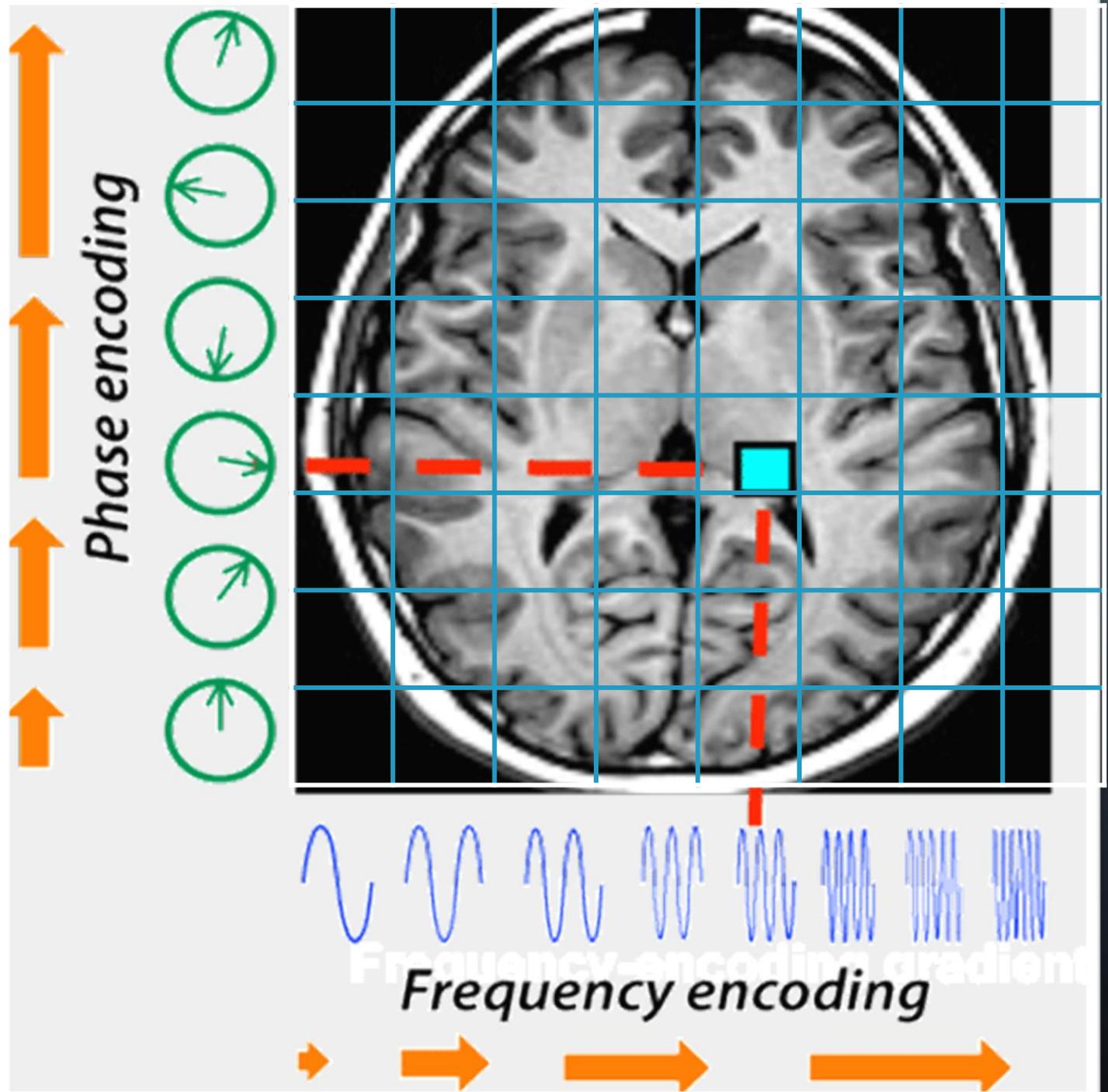
COME SI FA A STABILIRE IN QUALE PUNTO DELLO SPAZIO E' STATO GENERATO L'ECHO?



**DA QUALE QUADRATO
ARRIVA IL SEGNALE?**

CODIFICA SPAZIALE DEL SEGNALE





CODIFICA SPAZIALE DEL SEGNALE

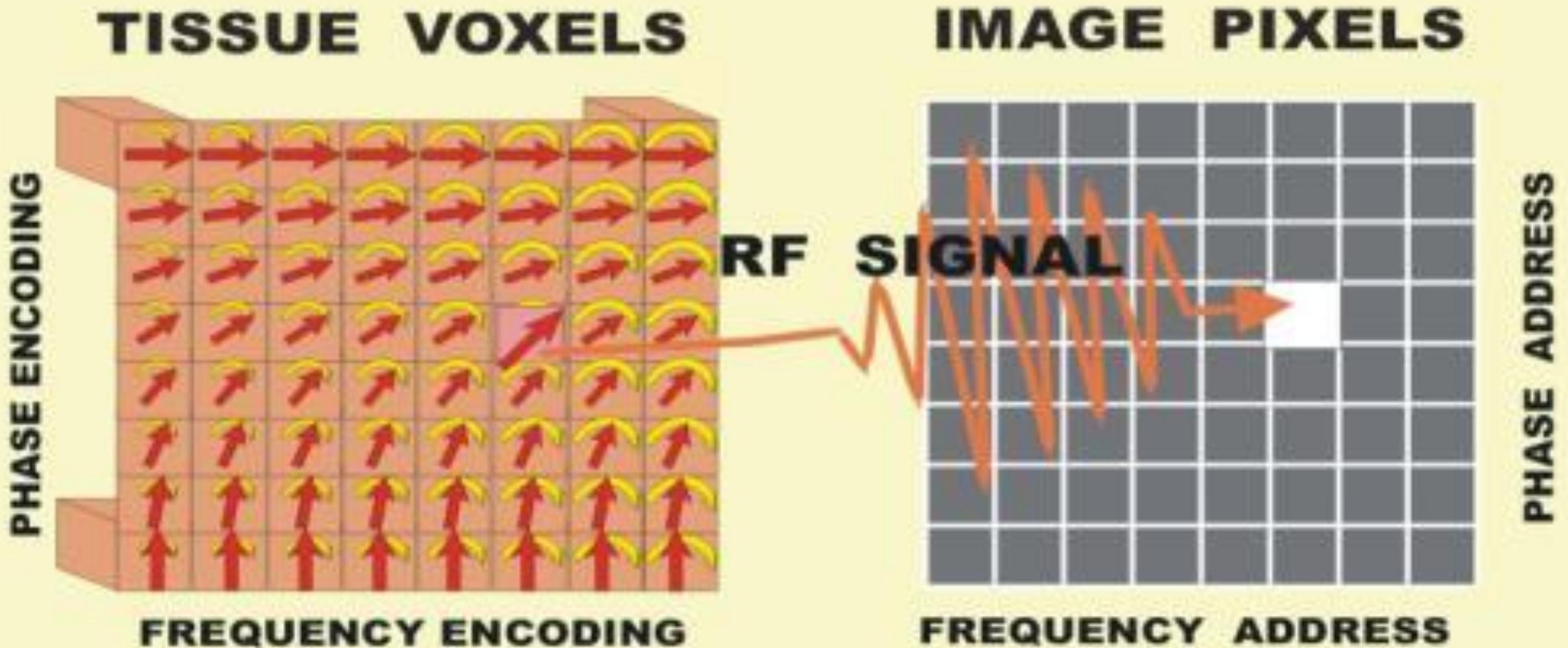
Gradienti di campo magnetico



Ma come faccio ad assegnare ad ogni quadrato una propria fase ed una propria frequenza?

Il GRADIENTE è una differenza di tipo lineare lungo una direzione generata tramite l'utilizzo di un campo magnetico variabile.

(GRADIENTE DI CAMPO MAGNETICO)



OGNI ELEMENTO SARÀ RAPPRESENTATO UN MANIERA UNIVOCA DA UNA PROPRIA FASE ED UNA PROPRIA FREQUENZE

Sprawls

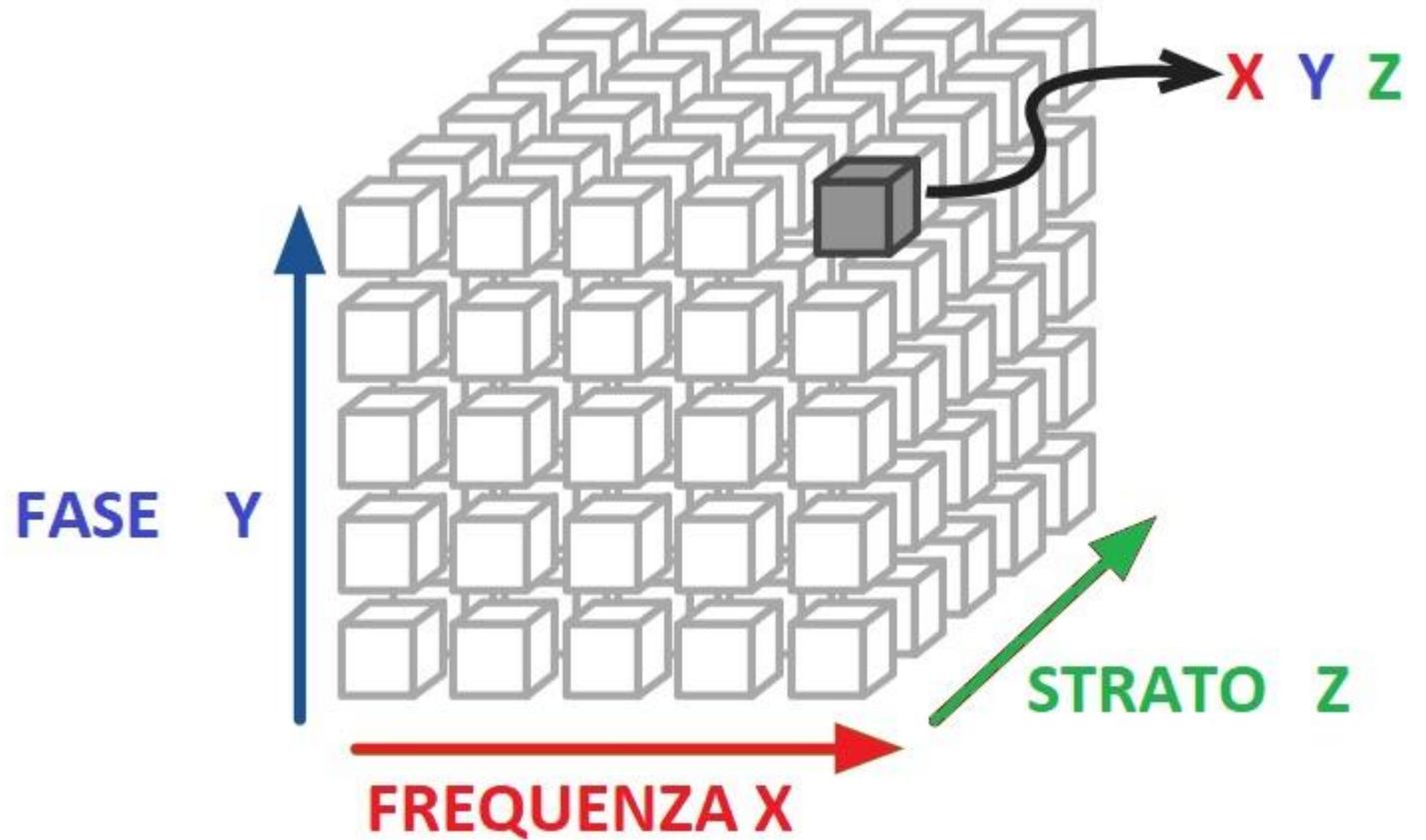
CODIFICA SPAZIALE DEL SEGNALE

E LO STRATO?



FREQUENZA

(LEGGE DI LARMOR)



CODIFICA SPAZIALE DEL SEGNALE

- 1. GRADIENTE CODIFICA DI STRATO
- 2. GRADIENTE CODIFICA DI FASE : ACCESO TRA L'NVIO DELLA RF E IL CAMPIONAMENTO DEL SEGNALE (VARIAZIONE DI FASE CHE SI CREA QUANDO L GRADIENTE VIENE SPENTO PERSISTE DOPO LO SPEGNIMENTO)
- 3. GRADIENTE CODIFICA DI FREQUENZA : ACCESO IN COINCIDENZA DEL CAMPIONAMENTO DEL SEGNALE (UNICA ATTIVAZIONE)

$$TA = TR * NY * NEX$$

ARTEFATTI

CODIFICA SPAZIALE DEL SEGNALE

**Ma tutti gli echi convertiti in
segnale digitale che abbiamo
raccolto dove andranno a finire?**



K SPAZIO

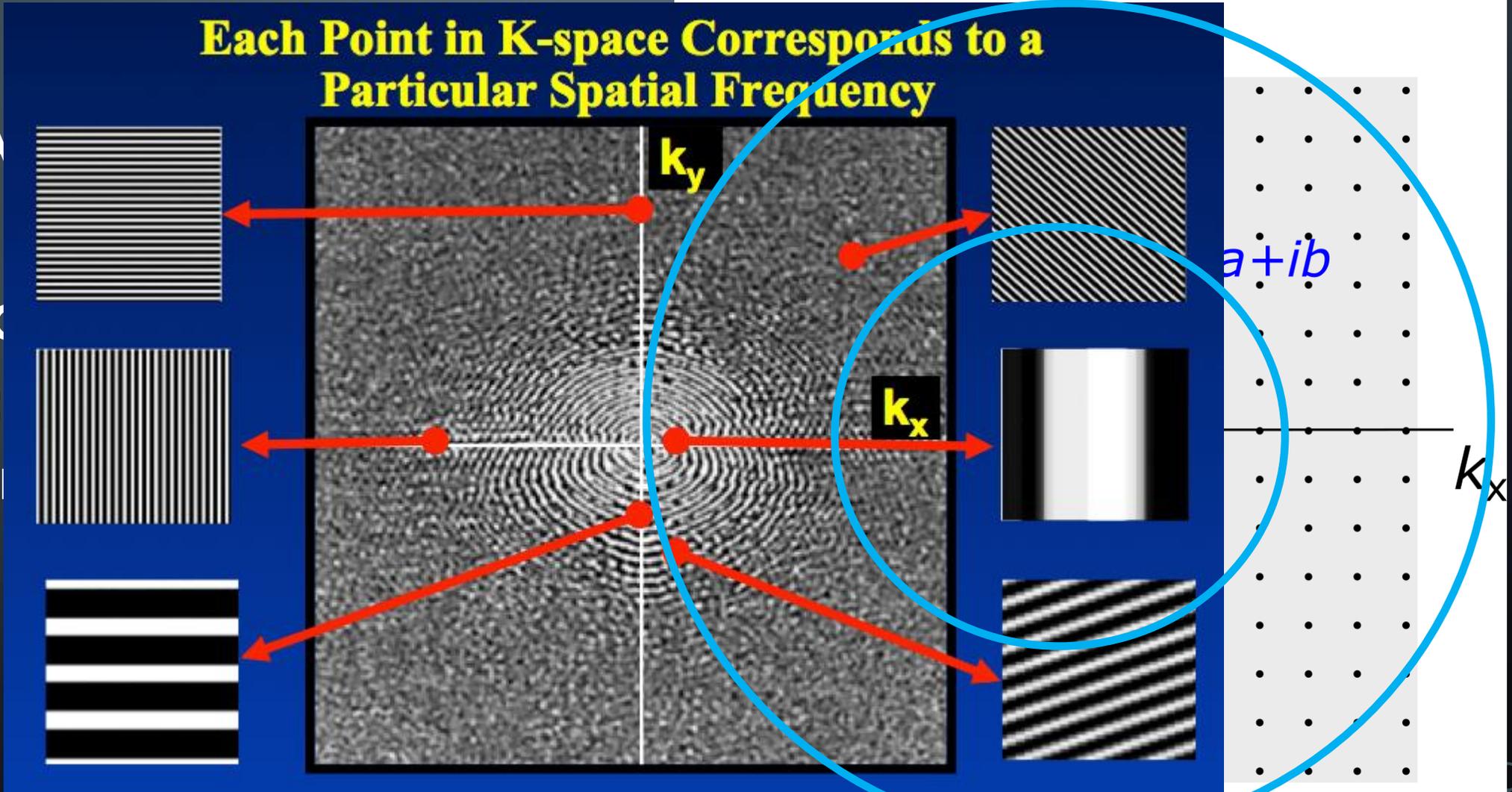
CODIFICA SPAZIALE DEL SEGNALE

K SPAZIO

The conjugate symmetry of k-space
(in case of a real-valued image)

Each Point in K-space Corresponds to a Particular Spatial Frequency

- PIANO CA
- RISPETTO
- ORDINATO
- PUNTI C
- PUNTI P



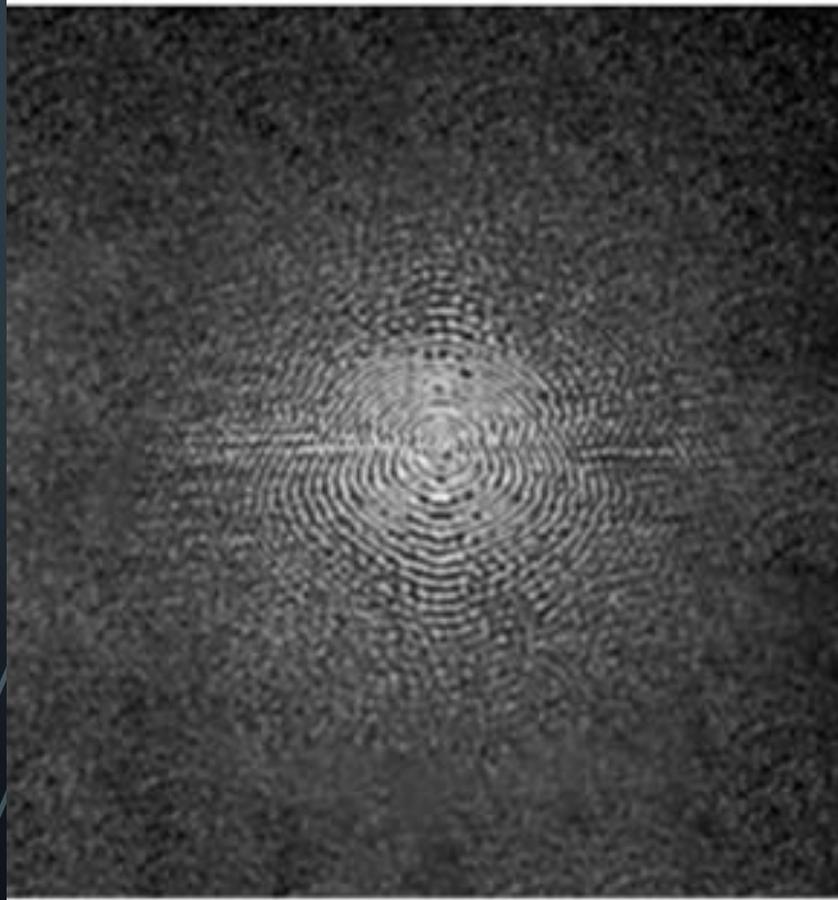
K SPACE



Figura 25 - I coefficienti K più alti (onde a elevata frequenza) vengono posizionati nella parte periferica dello spazio K; questi dati contribuiscono alla risoluzione spaziale dell'immagine, fornendo informazioni sui contorni. Nella porzione centrale (risoluzione di contrasto), sono inserite le onde a bassa frequenza. *Vedere spiegazione nel testo.*

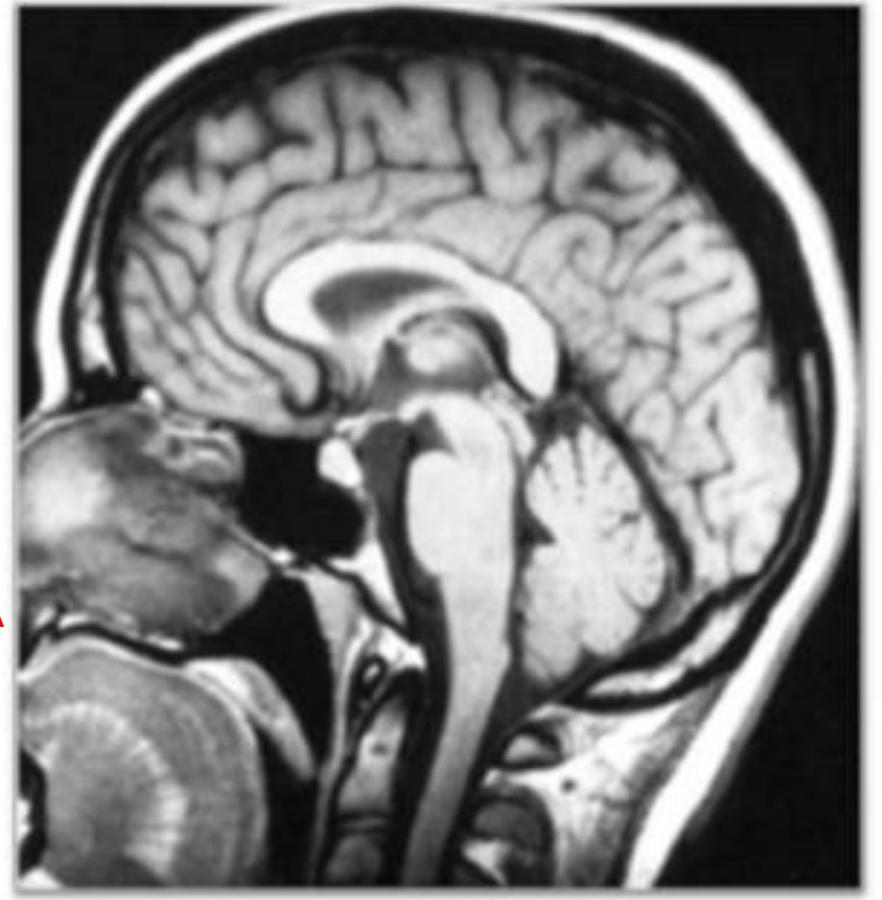
CODIFICA SPAZIALE DEL SEGNALE

K SPAZIO ED IMMAGINE



FT
↔

**TRASFORMATA
DI FOURIER**

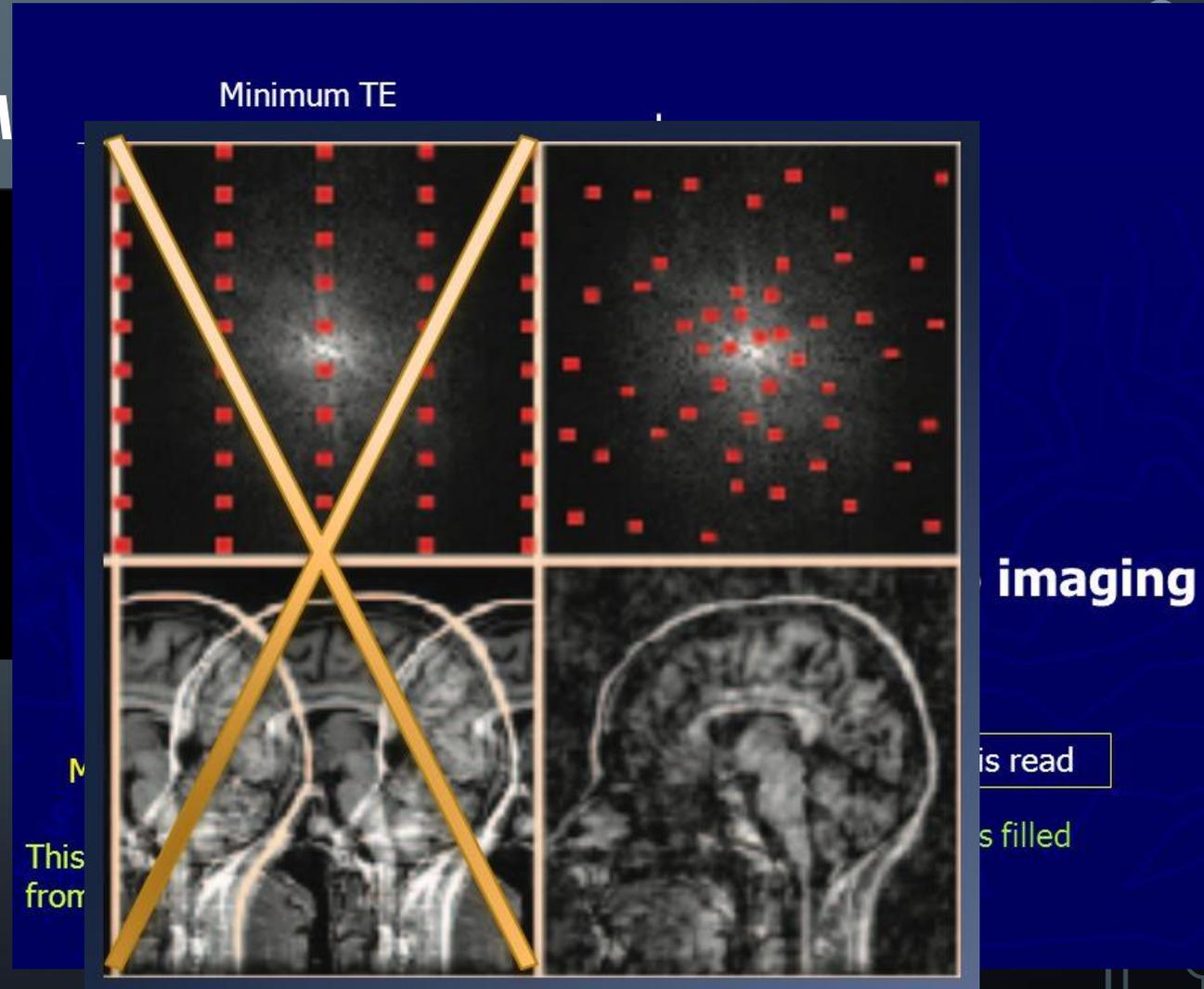


CODIFICA SPAZIALE DEL SEGNALE

METODI RIEMPIMENTO K SPAZIO

LO SPAZIO K PUO' ESSERE RIEMPIUTO

- LINEARE (CARTESIANO)
- CENTRICO
- RADIALE
- SPIRALE (DIRETTO O INVERSO)
- INCOERENTE
- HALF FOURIER
- PARTIAL ECHO



IMAGING PARALLELO

Concetto di pMRI

Come funziona?

Nell'imaging standard:

- 1 bobina acquisisce tutta l'immagine in un TOT di tempo

Nell'imaging con acquisizione parallela:

Utilizza un TOT numero di bobine

Ciascuna acquisisce solo una parte delle informazioni dell'immagine, utilizzando minor tempo

Successiva ricostruzione dell'immagine finale.

L'accelerazione può anche essere nell'ordine di un fattore 3-4



È un tavolo per le vendite

The image features a dark blue background with white, stylized circuit board traces in the corners. These traces consist of straight lines and right-angle turns, ending in small circles that represent components or connection points. The traces are located in the top-left, top-right, bottom-left, and bottom-right corners, framing the central text.

GRAZIE PER L' ATTENZIONE