

Magnetic resonance imaging part 3

Strumentazione biomedica e bioimmagini

***Laurea in
Ingegneria Informatica, Biomedica e delle Telecomunicazioni***

Fabio Baselice

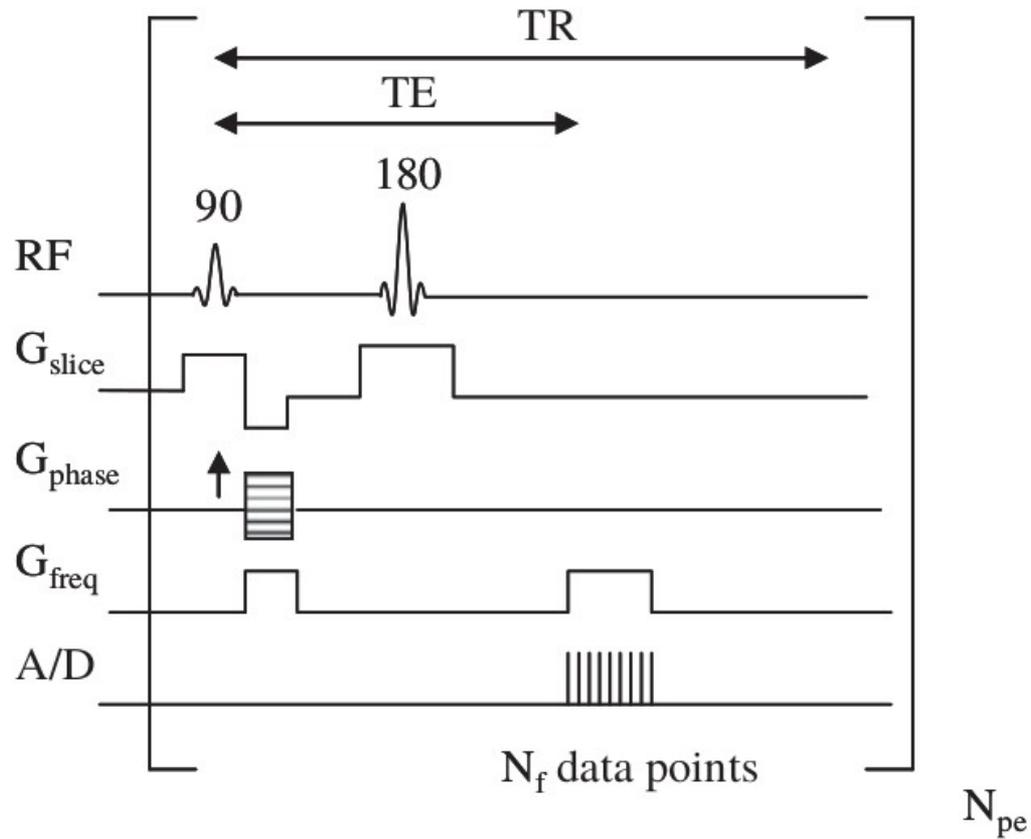


Sommario

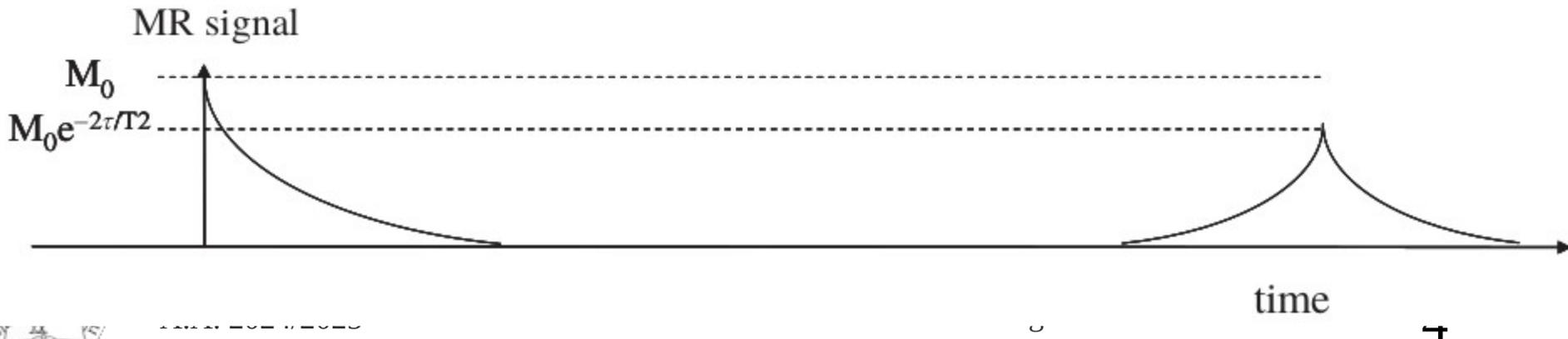
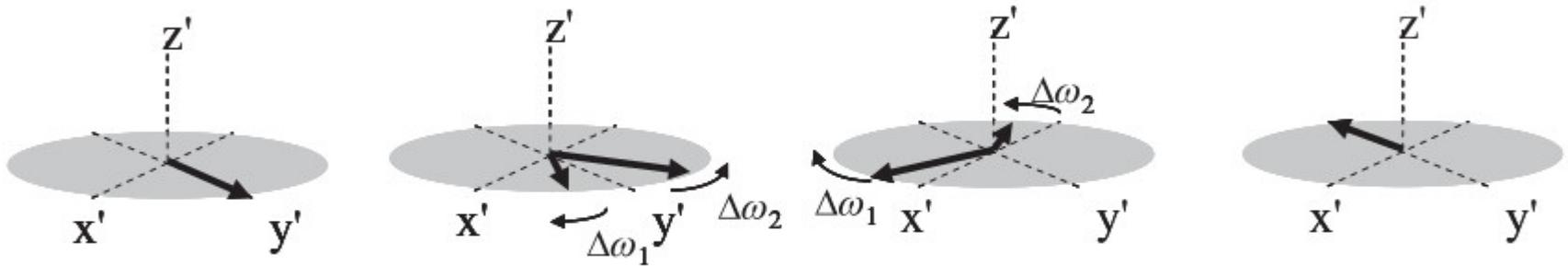
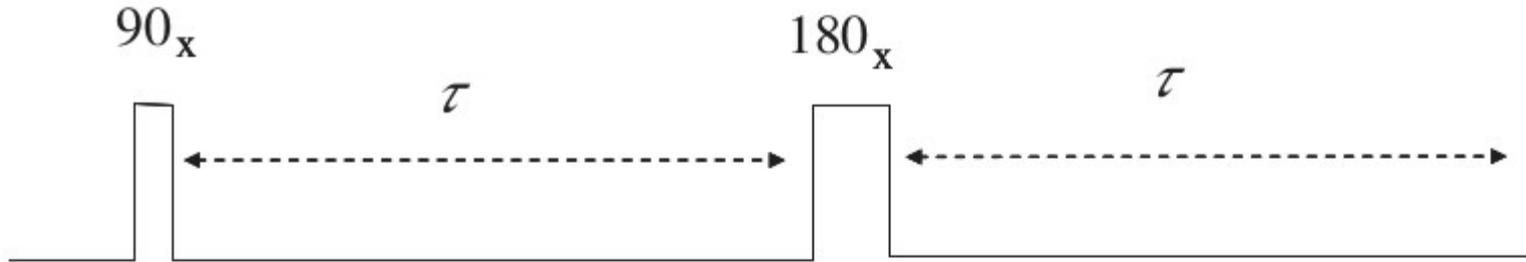
- Sequenze di Imaging classiche
 - Spin Echo
 - Inversion Recovery
- Sequenze di Imaging veloci
 - Fast/Turbo Spin Echo
 - Echo Planar Imaging



Sequenza Spin Echo



Sequenza Spin Echo



Sequenza Spin Echo



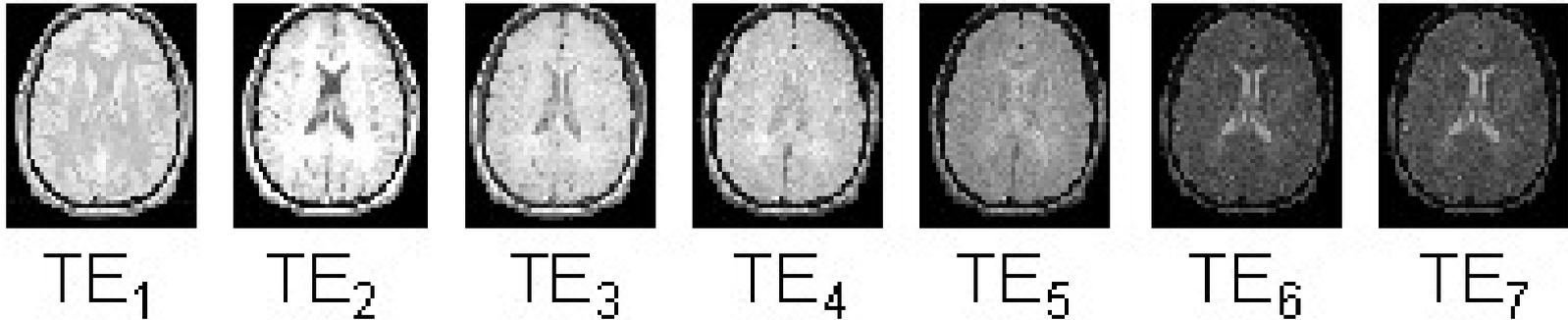
Sequenza Spin Echo

L'ampiezza del segnale registrato segue il modello:

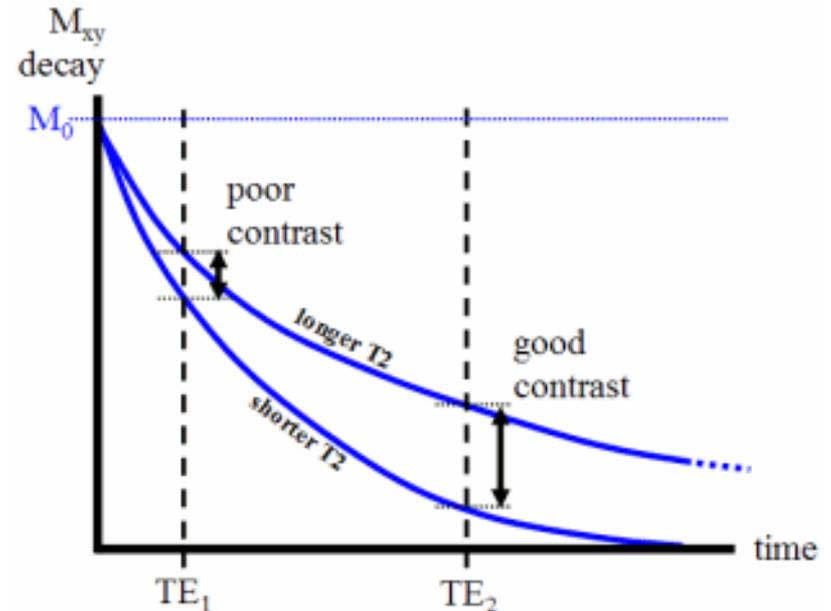
$$I(x, y) \propto \rho(x, y) \left(1 - e^{-\frac{T_R}{T_1}} \right) e^{-\frac{T_E}{T_2}}$$

dove T_R , detto tempo di ripetizione, indica il tempo che intercorre fra due impulsi a 90° consecutivi, mentre T_E , il tempo di eco, è pari al doppio del ritardo fra l'impulso a 90° e quello a 180° , o equivalentemente è pari al tempo che intercorre fra il termine dell'impulso a 90° ed il massimo del segnale di eco.

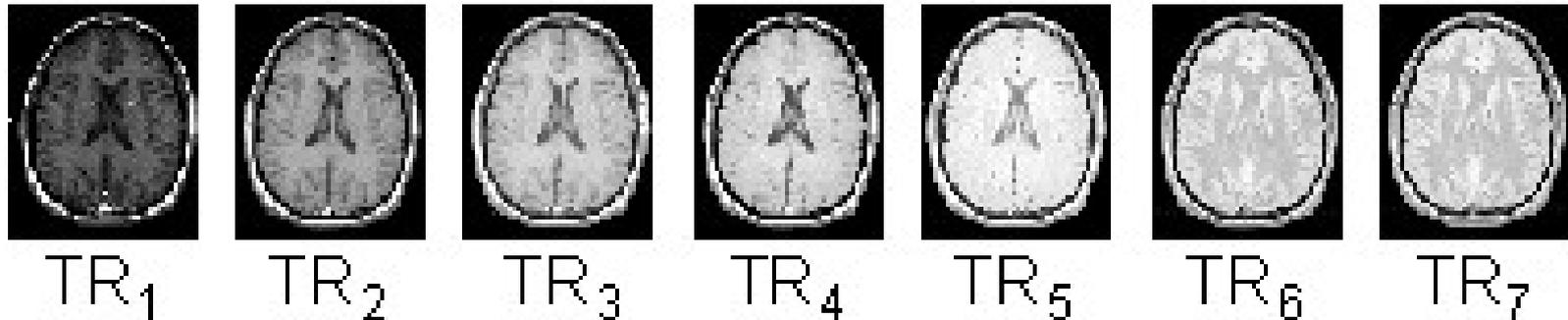
Sequenza Spin Echo



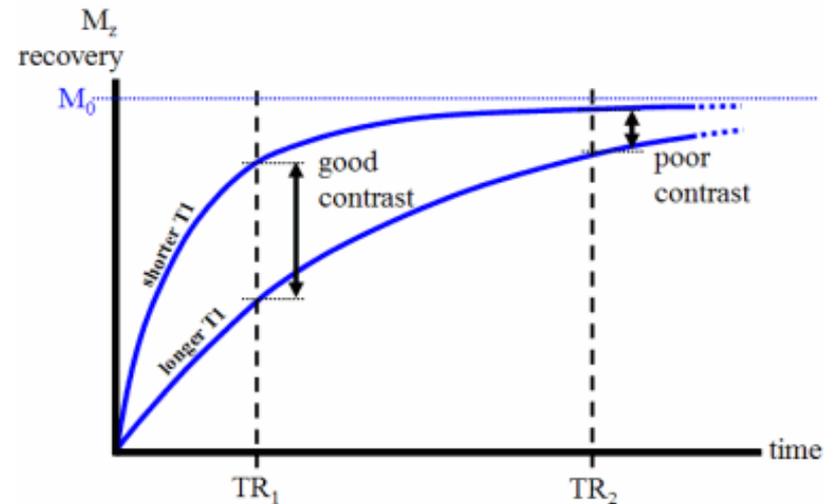
Variando il tempo di eco possiamo evidenziare in misura differente diversi tessuti.



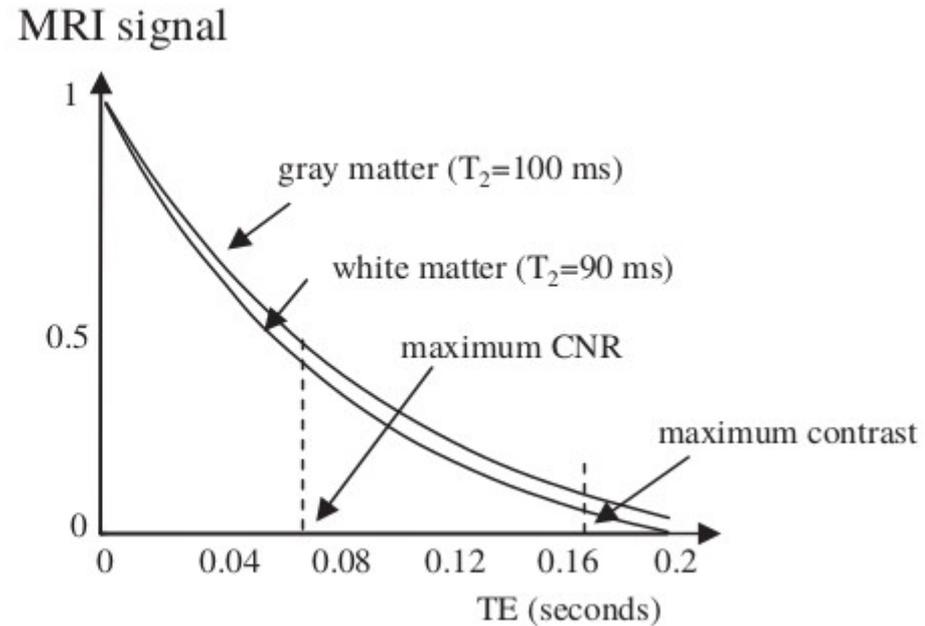
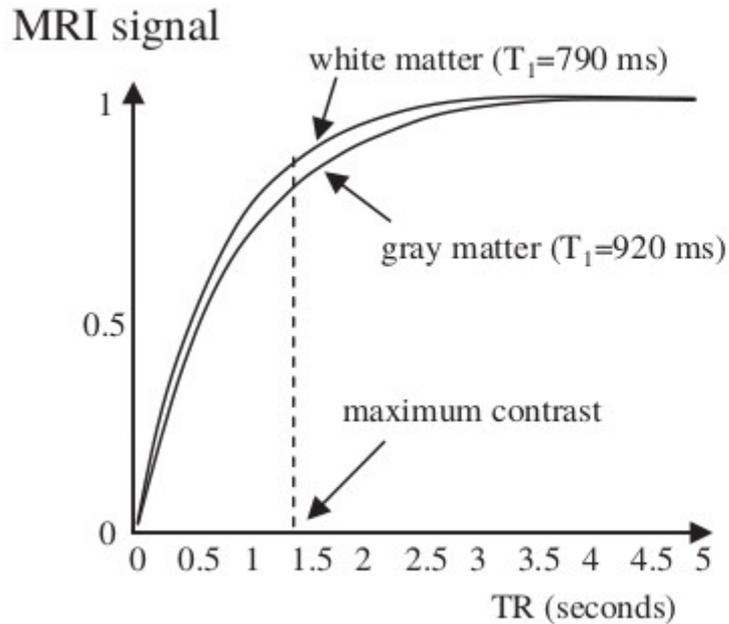
Sequenza Spin Echo



Anche variando il tempo di ripetizione possiamo evidenziare in misura differente diversi tessuti.



Sequenza Spin Echo



E' necessaria scegliere in maniera appropriata il tempo di ripetizione TR e quello di eco TE.

Sequenza Spin Echo

In definitiva possiamo enfatizzare ciascuno dei tre fattori del segnale con appropriati parametri dello scanner.

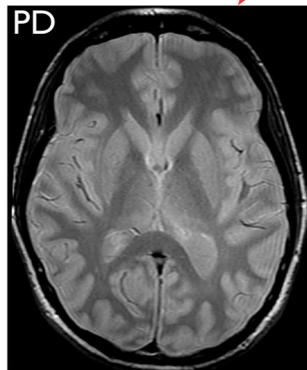
$$I(x, y) \propto \rho(x, y) \left(1 - e^{-\frac{T_R}{T_1}} \right) e^{-\frac{T_E}{T_2}}$$



Sequenza Spin Echo

In definitiva possiamo enfatizzare ciascuno dei tre fattori del segnale con appropriati parametri dello scanner.

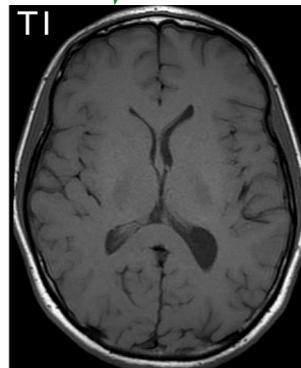
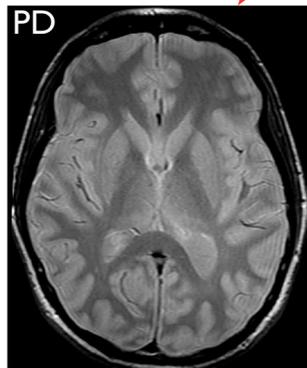
$$I(x, y) \propto \rho(x, y) \left(1 - e^{-\frac{T_R}{T_1}} \right) e^{-\frac{T_E}{T_2}}$$



Sequenza Spin Echo

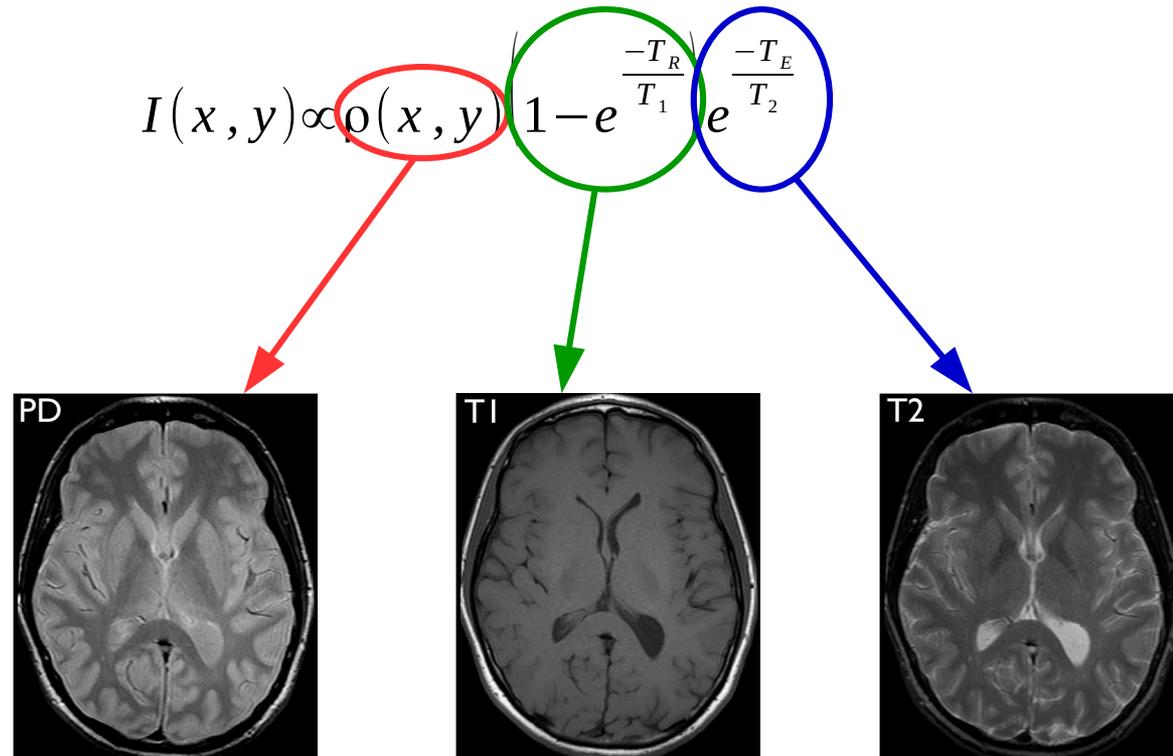
In definitiva possiamo enfatizzare ciascuno dei tre fattori del segnale con appropriati parametri dello scanner.

$$I(x, y) \propto \rho(x, y) \left(1 - e^{-\frac{T_R}{T_1}}\right) e^{-\frac{T_E}{T_2}}$$

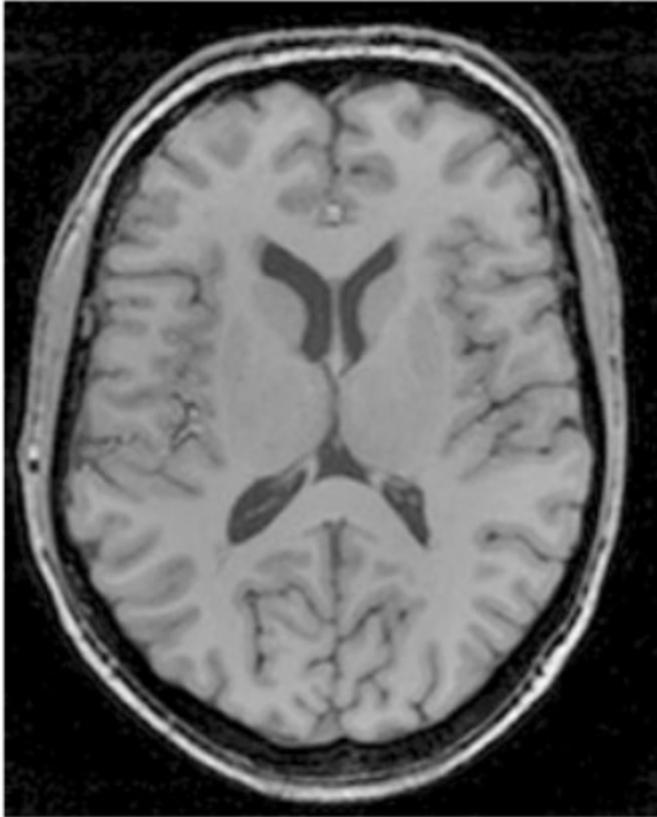


Sequenza Spin Echo

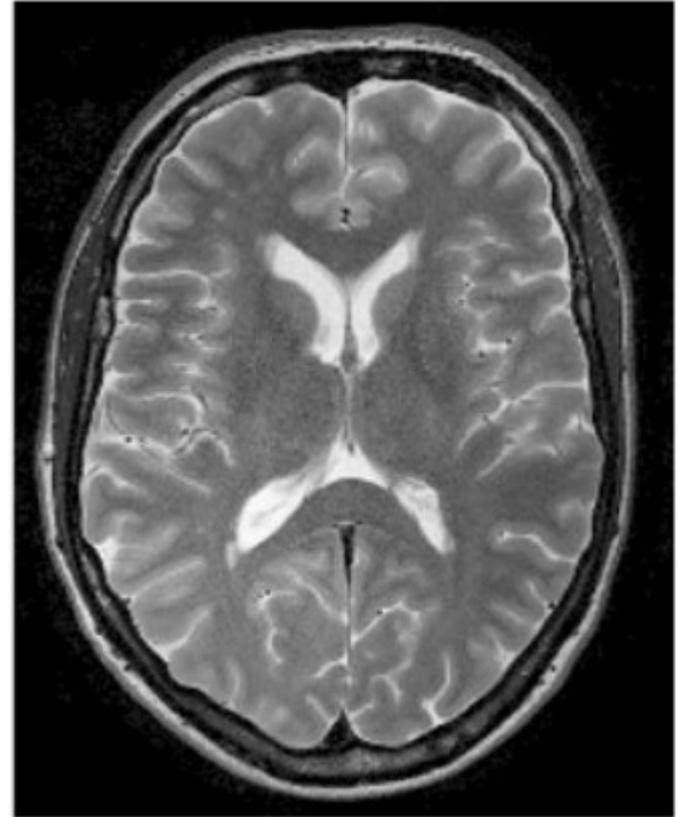
In definitiva possiamo enfatizzare ciascuno dei tre fattori del segnale con appropriati parametri dello scanner.



Sequenza Spin Echo



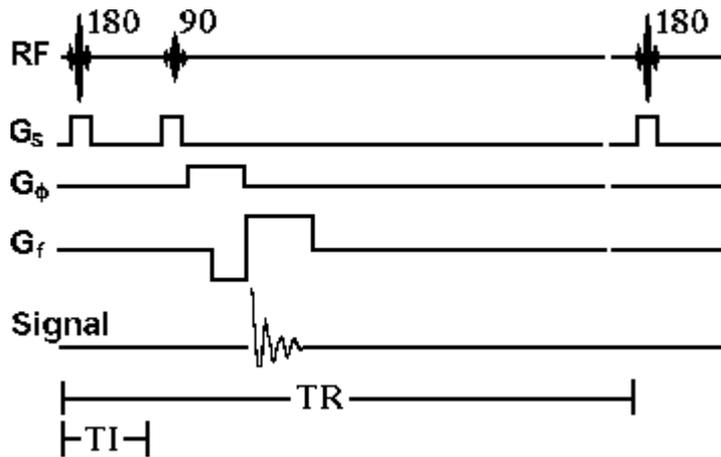
T1 pesata



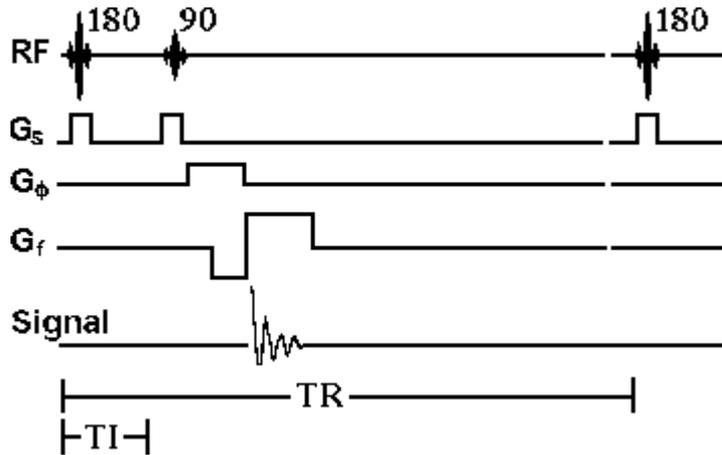
T2 pesata

TR	200		800		1600		3200		6400	
TE	<i>in-vivo</i>	<i>in-vitro</i>								
30										
40										
60										
80										
120										
160										

Sequenza Inversion Recovery

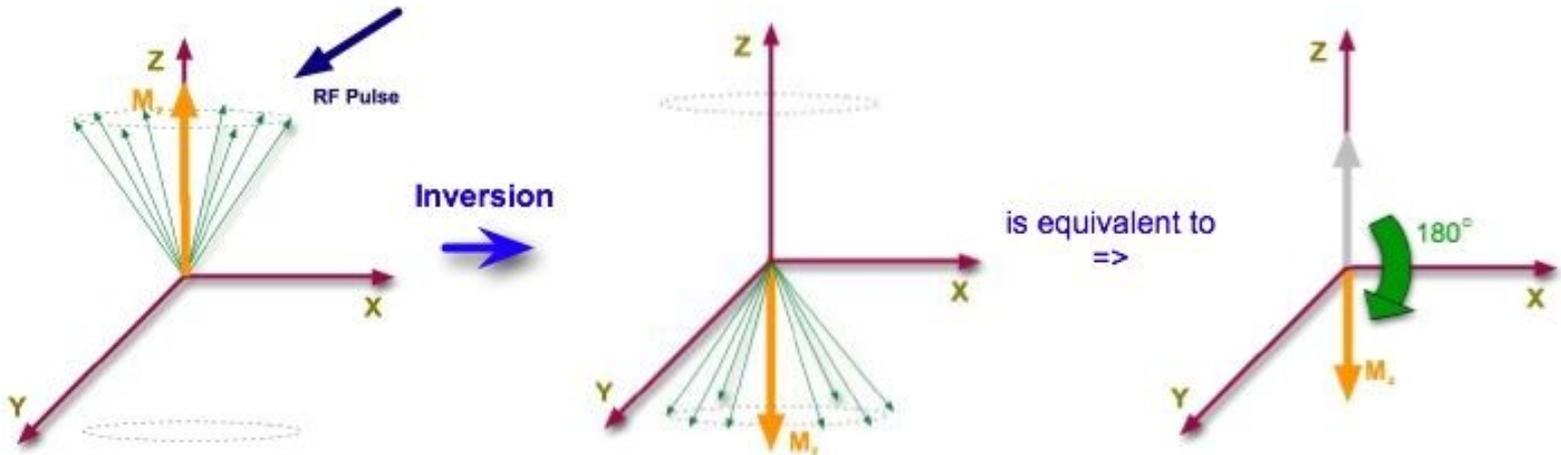


Sequenza Inversion Recovery



L'impulso a 180° inverte la magnetizzazione sul piano longitudinale.

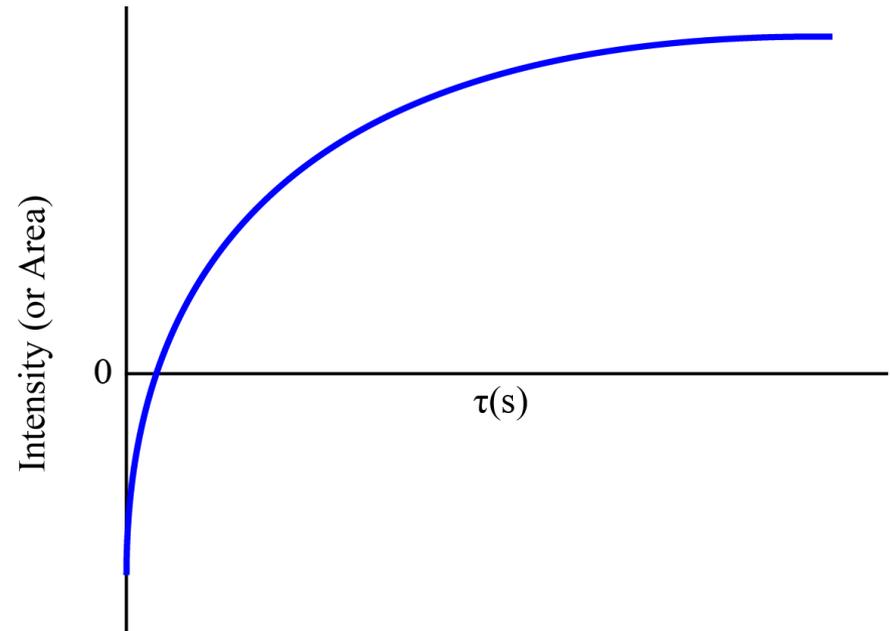
Successivamente l'impulso a 90° ruota la magnetizzazione sul piano trasverso, producendo la generazione di un segnale FID.



Sequenza Inversion Recovery

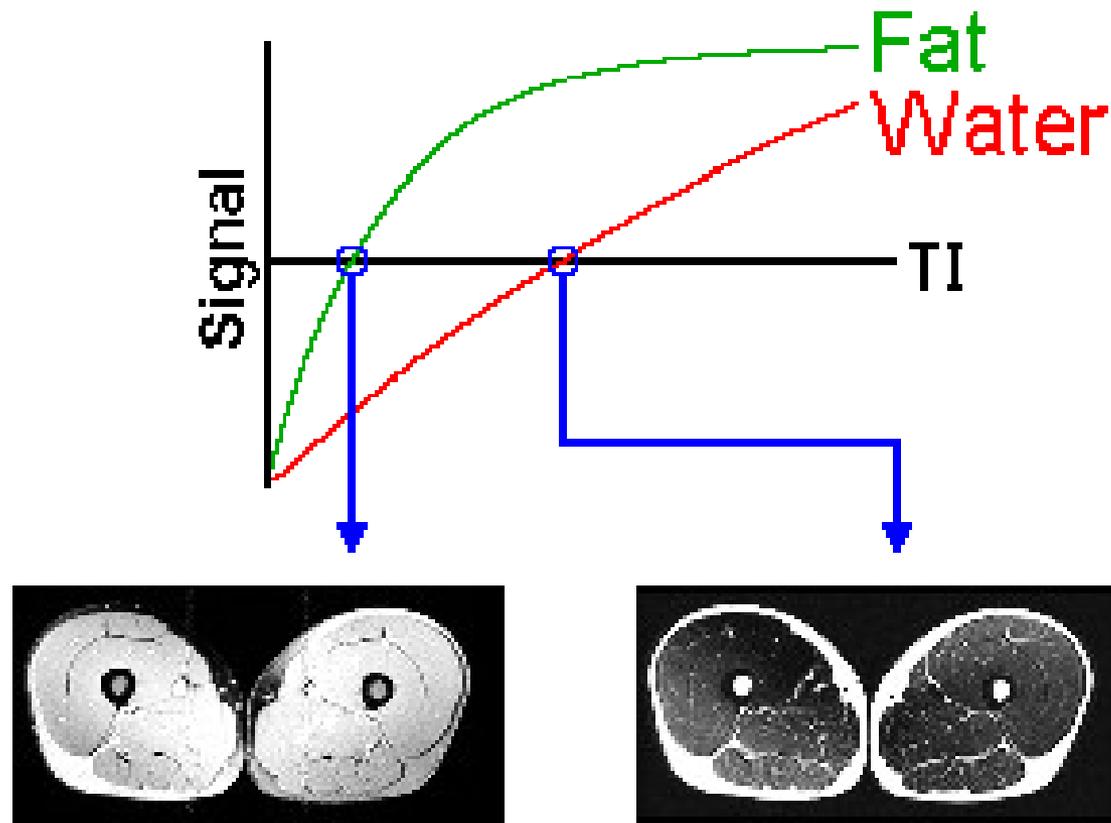
Il campo longitudinale avrà la seguente espressione:

$$I(x, y) \propto \rho(x, y) \left(1 - 2e^{-\frac{\tau}{T_1}} \right)$$

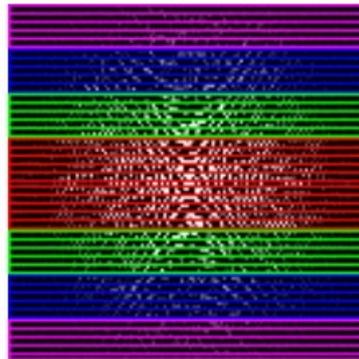
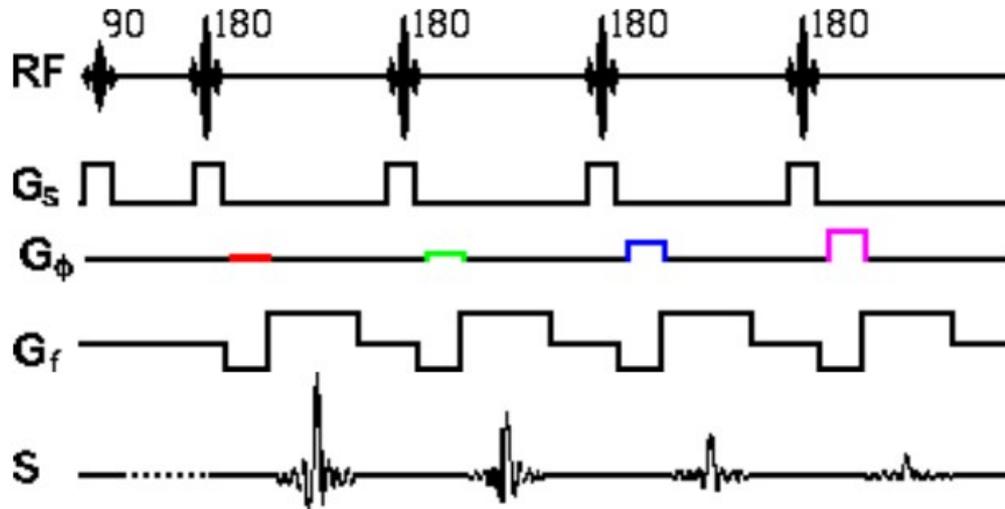


Se trasmettiamo l'impulso a 90° quando la magnetizzazione longitudinale è nulla, non avremo alcun effetto.

Sequenza Inversion Recovery



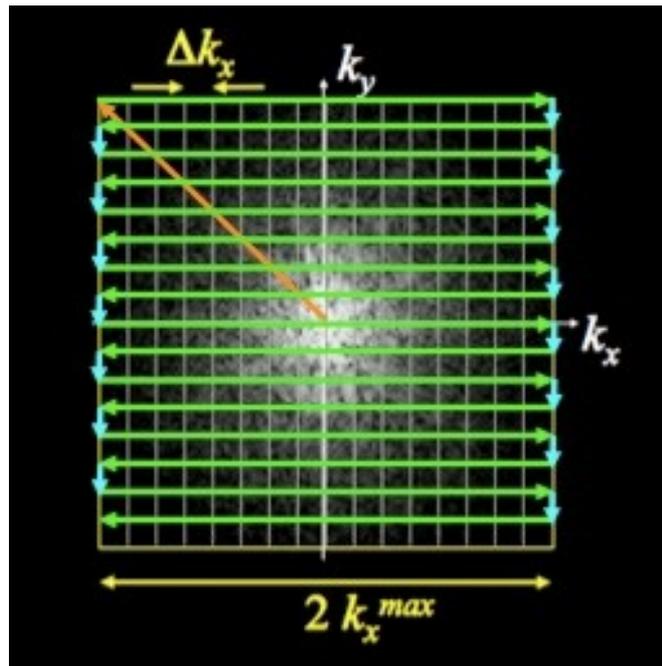
Fast/Turbo Spin Echo



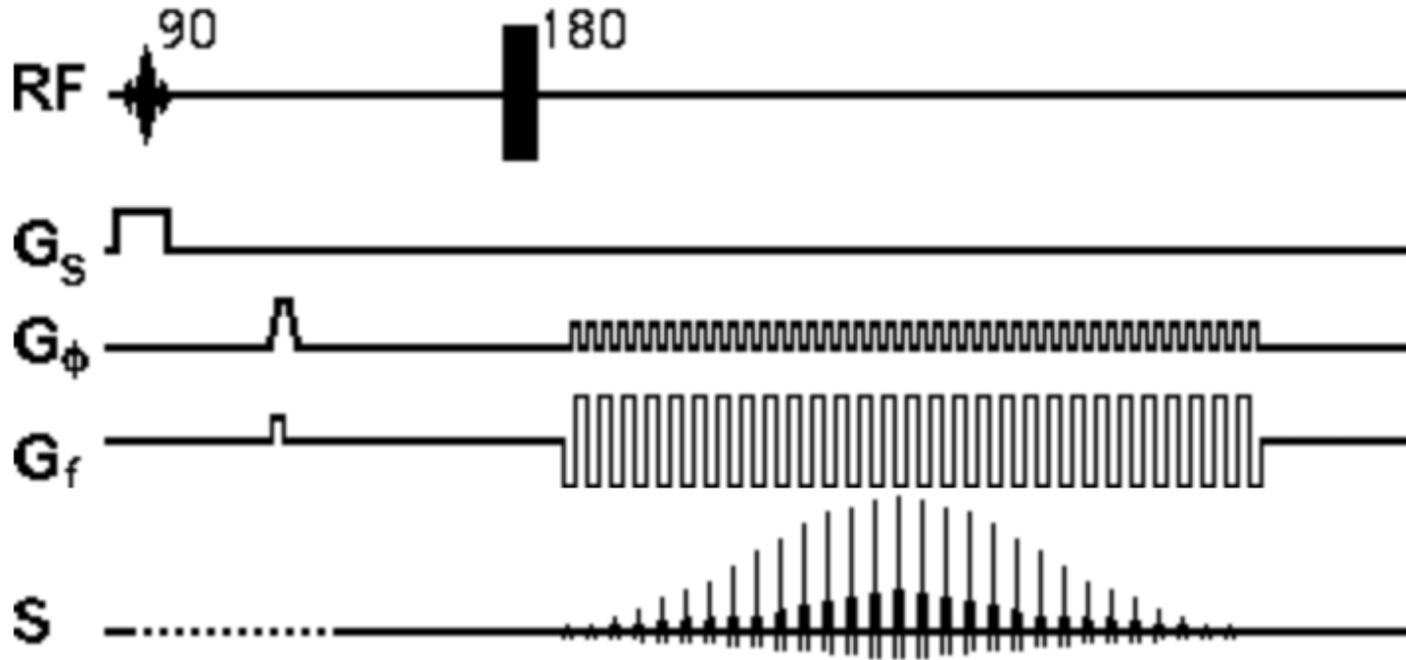
Si utilizzano echi diversi (con TE brevi) per riempire differenti porzioni dello spazio k.

Sequenza Echo Planar

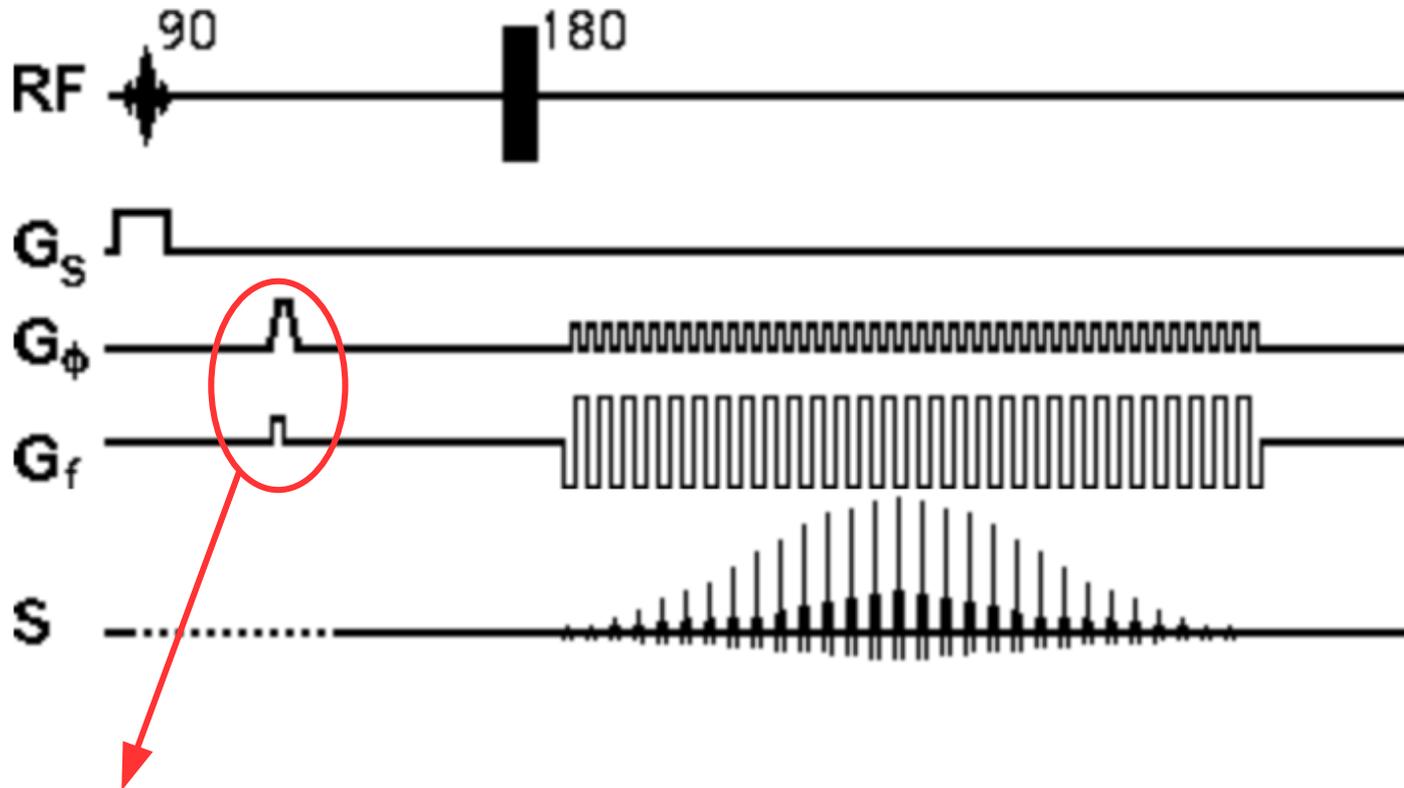
Echo Planar Imaging (EPI) è una tecnica di imaging ultraveloce, capace di creare acquisizioni a frequenza video. Alla sua base vi è l'idea di utilizzare un unico passo di codifica di fase, ovvero un unico TR, per riempire lo spazio k completamente, invece di una riga per volta.



Sequenza Echo Planar

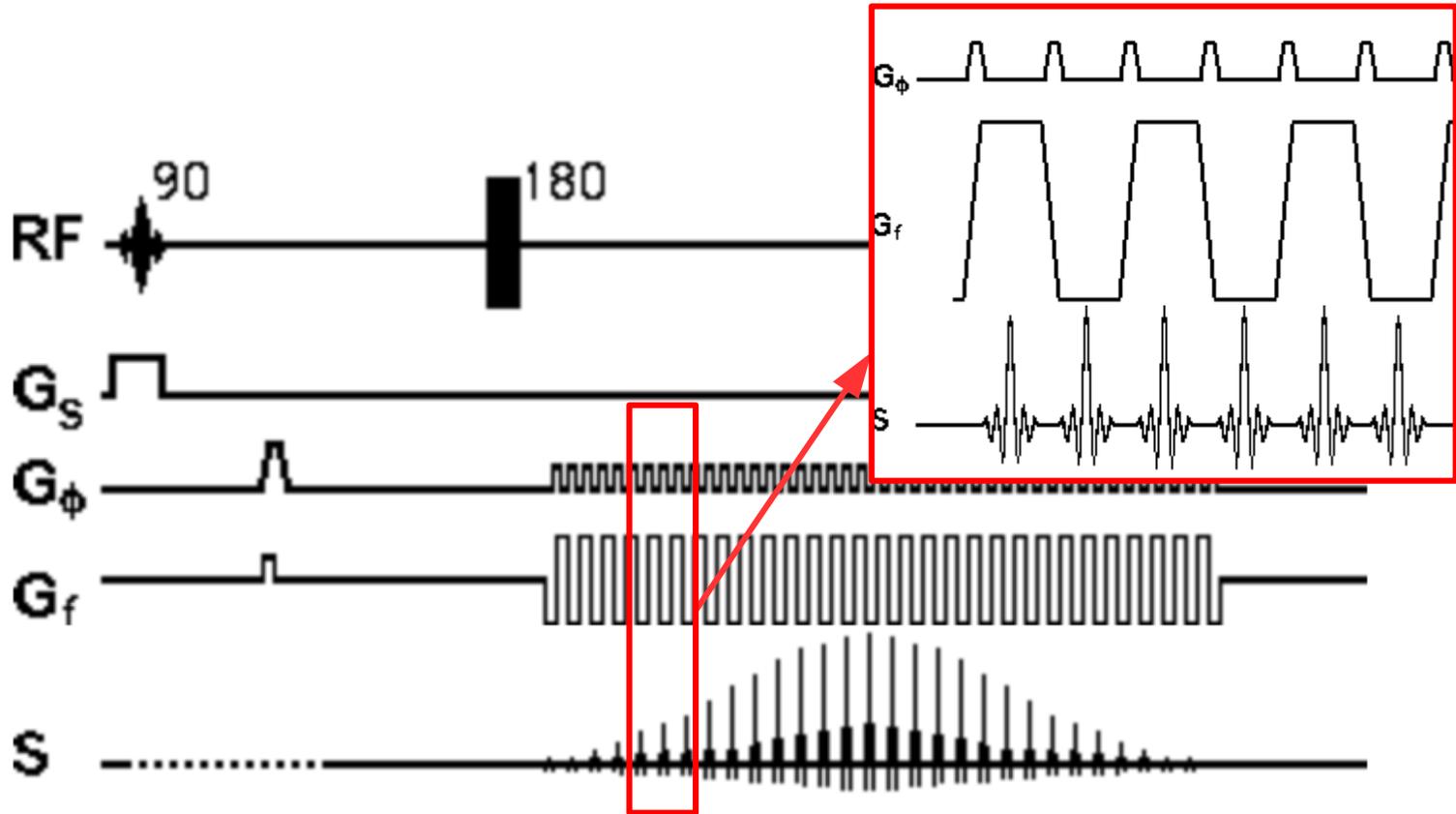


Sequenza Echo Planar



Gradienti per posizionarsi in un angolo dello spazio k.

Sequenza Echo Planar



Sequenza Echo Planar

Per migliorare l'efficacia della sequenza EPI si implementa una traiettoria di acquisizione a spirale.

