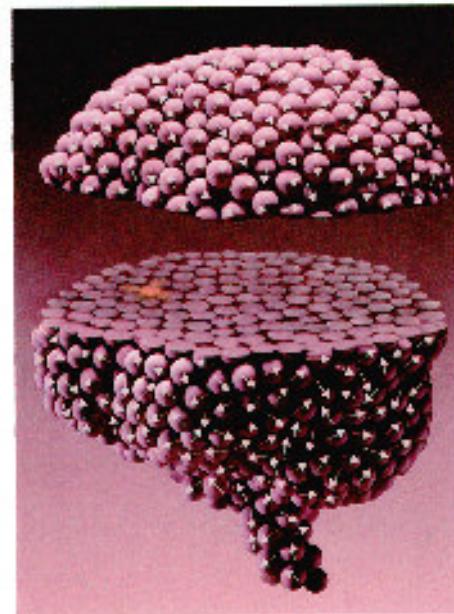


# RM: PRINCIPI FISICI E IMAGING MORFOLOGICO

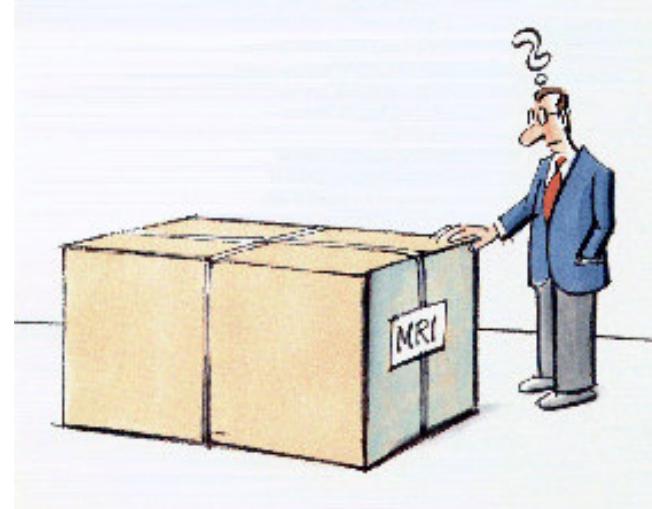


TERNI 2/4/2008

Dr. Massimo Principi

Dipartimento di Diagnostica per Immagini Azienda Ospedaliera  
“S. Maria” - Terni

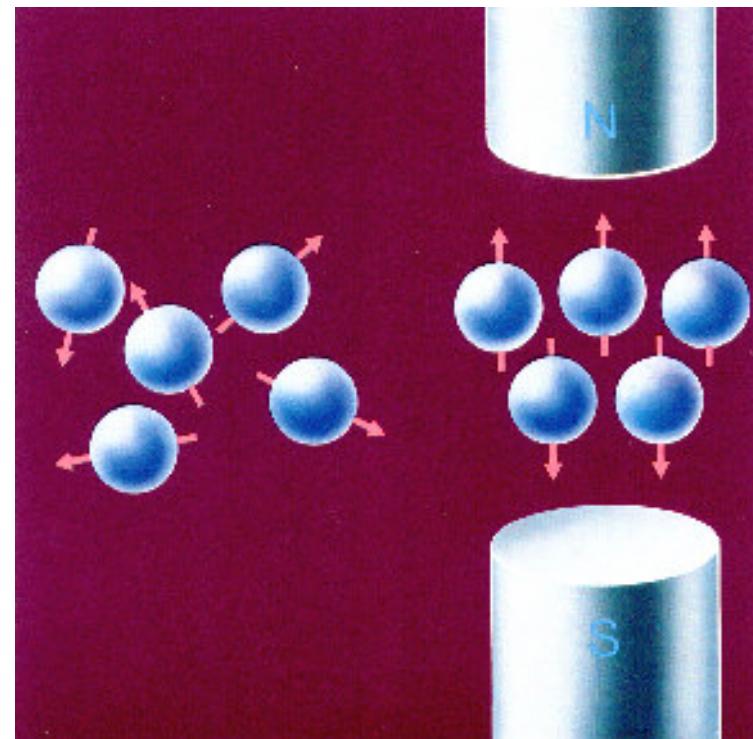
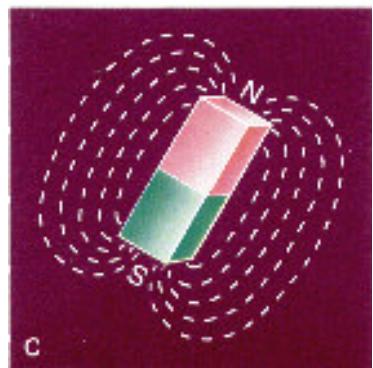
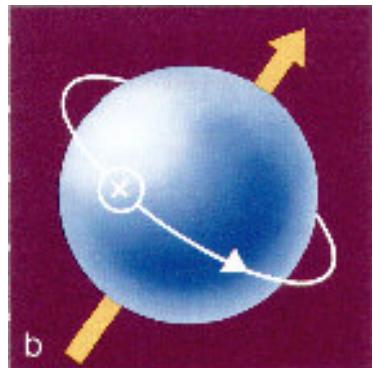
# **SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...LE VARIE FASI DI ESECUZIONE DI UN ESAME RM**



- I. IL PAZIENTE E' POSTO IN UN MAGNETE
- II. E' INVIATO UN IMPULSO A RADIOFREQUENZA
- III. VIENE INTERROTTA L'IMPULSO DI RADIOFREQUENZA
- IV. IL PAZIENTE EMETTE UN SEGNALE CHE VIENE RILEVATO PER LA RICOSTRUZIONE DELLE IMMAGINI

# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

- I. L'IMAGING RM SI BASA SULL'INTERAZIONE TRA UN CAMPO MAGNETICO ESTERNO E I PROTONI DEGLI ATOMI CHE COSTITUISCONO IL CORPO DEL PAZIENTE
- II. COSA AVVIENE AI PROTONI QUANDO SONO POSTI IN UN CAMPO MAGNETICO?



# **SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI**

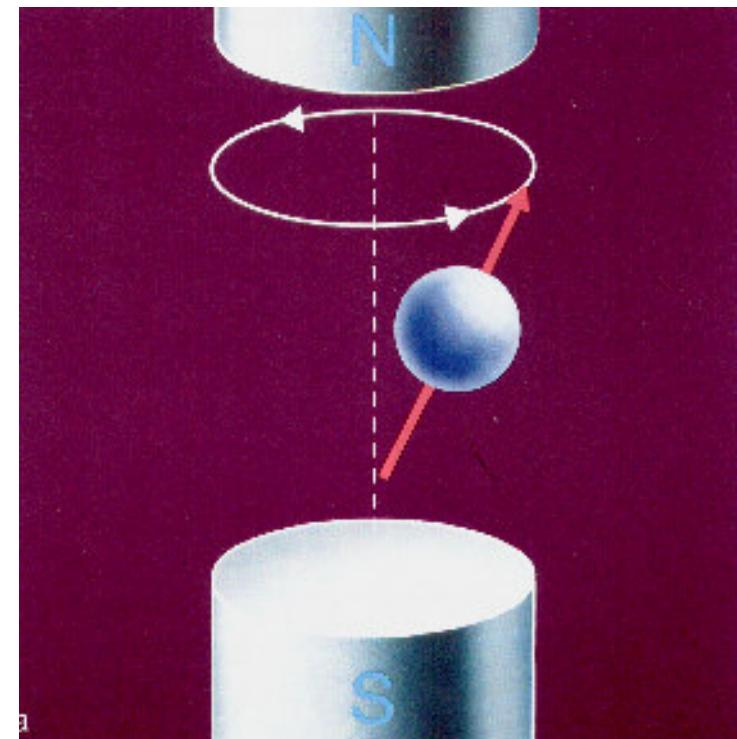
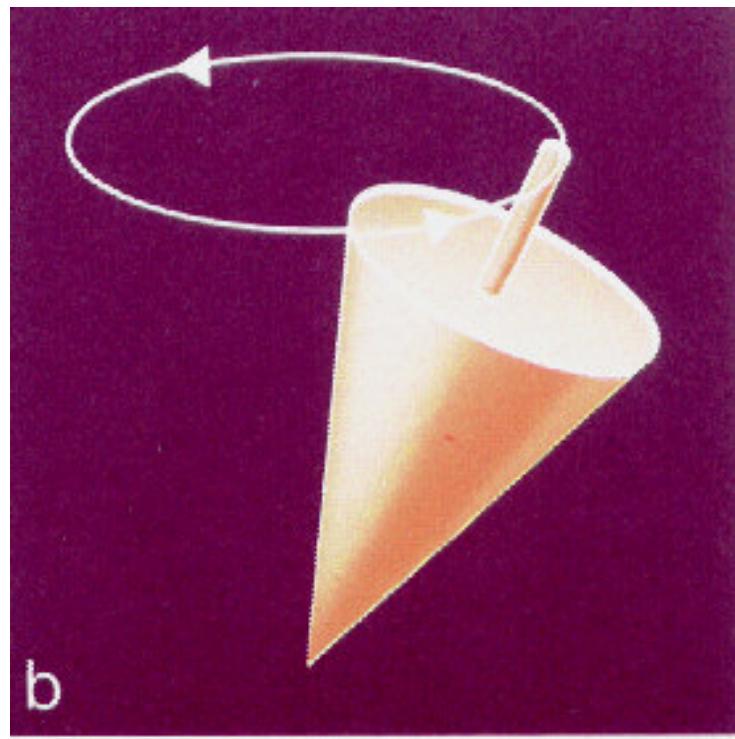
- I. COSA AVVIENE AI PROTONI QUANDO SONO POSTI IN UN CAMPO MAGNETICO?**



**7/10.000.000**

# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

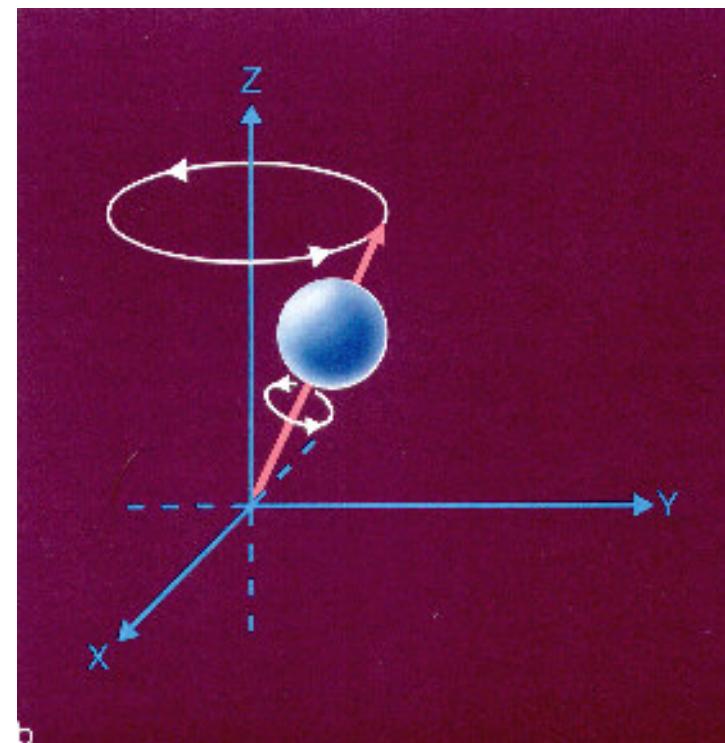
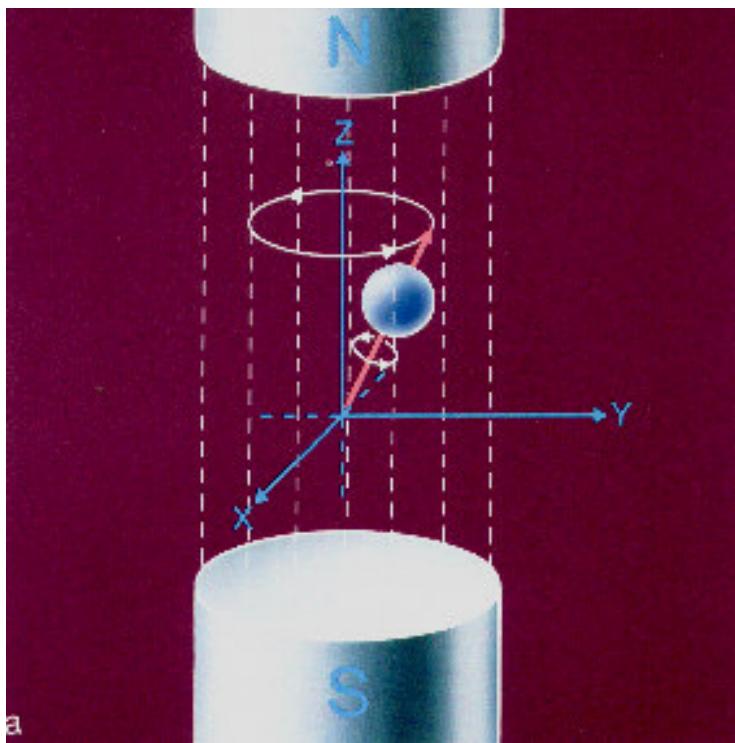
## I. COS'E' IL MOVIMENTO DI PRECESSIONE?



$$\omega_0 = \gamma B_0 \text{ (42,5 MHz/T)}$$

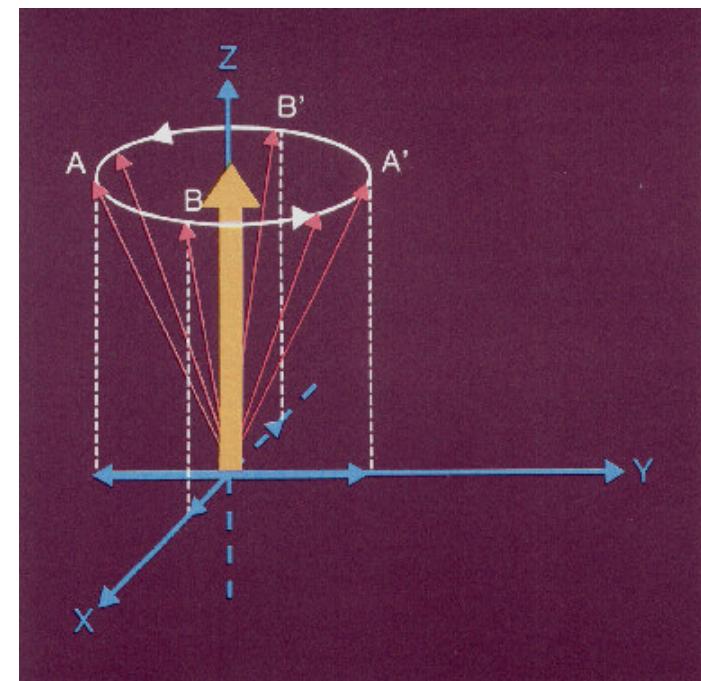
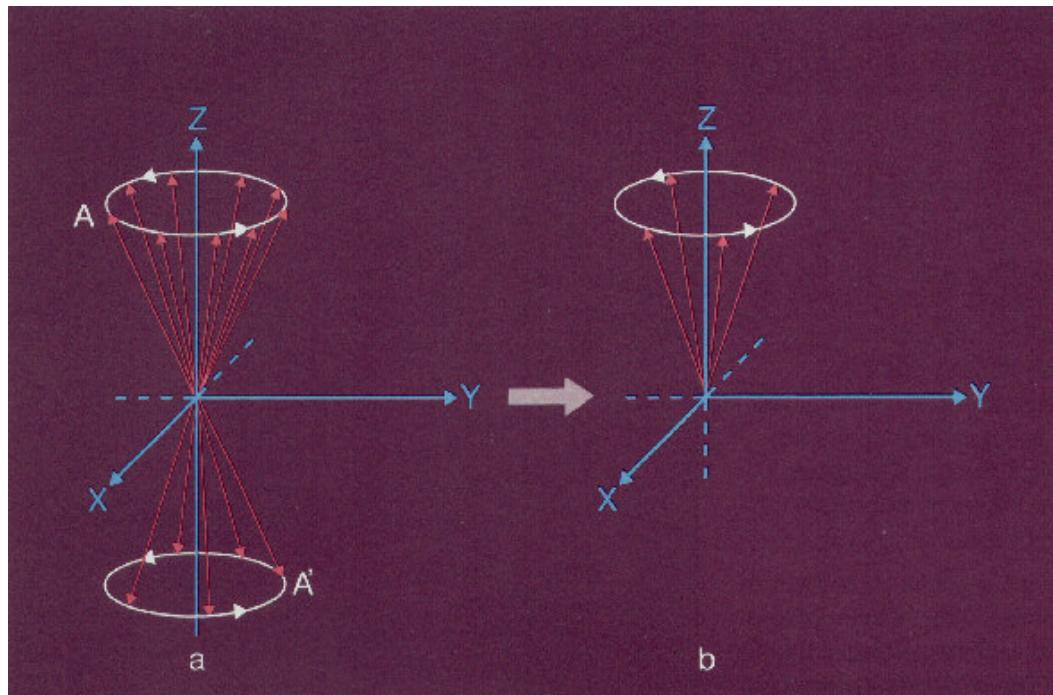
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

## I. LE COORDINATE DEL SISTEMA E LA RAPPRESENTAZIONE VETTORIALE



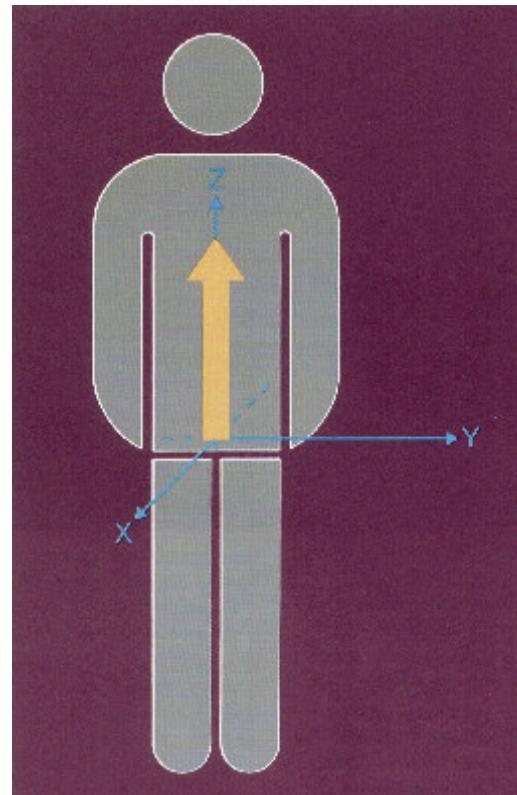
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

## I. FORZA MAGNETICA RISULTANTE: LA MAGNETIZZAZIONE LONGITUDINALE



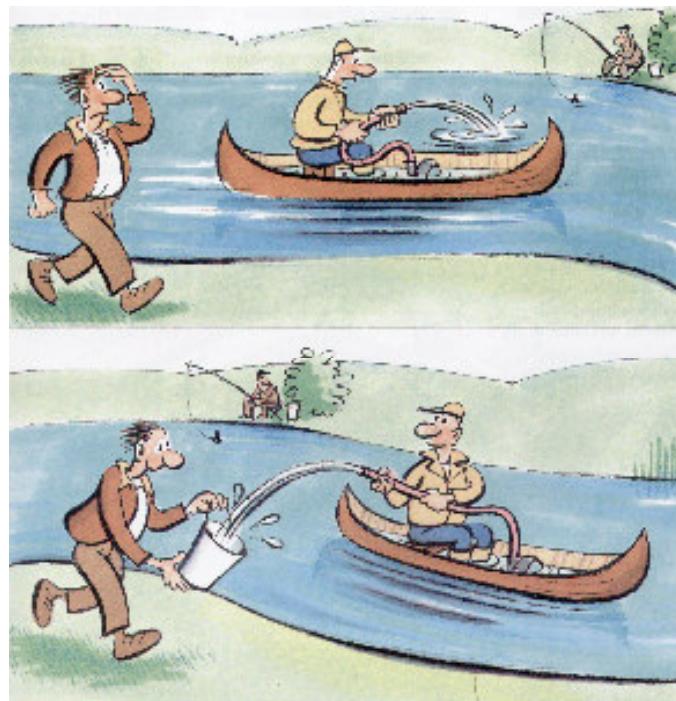
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

- I. POSTO ALL'INTERNO DI UN CAMPO MAGNETICO IL PAZIENTE SI COMPORTA COME UN MAGNETE, IL CUI VETTORE E' ALLINEATO CON IL CAMPO MAGNETICO ESTERNO



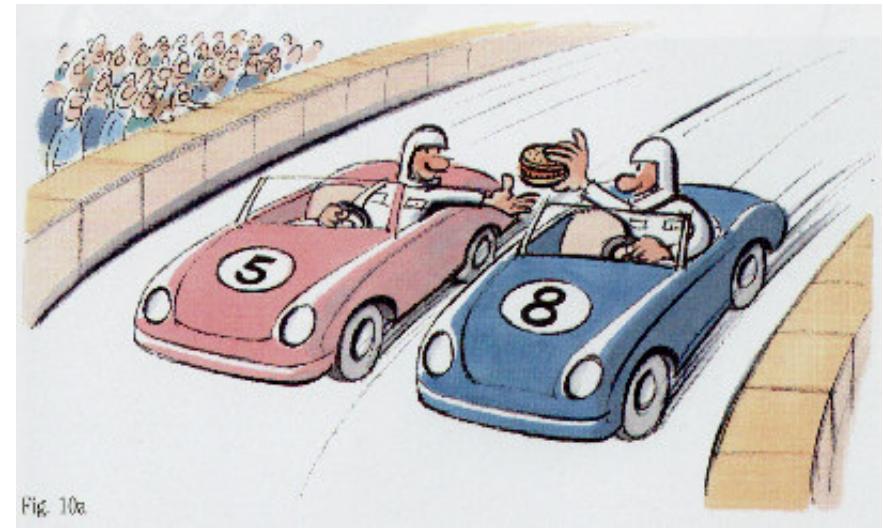
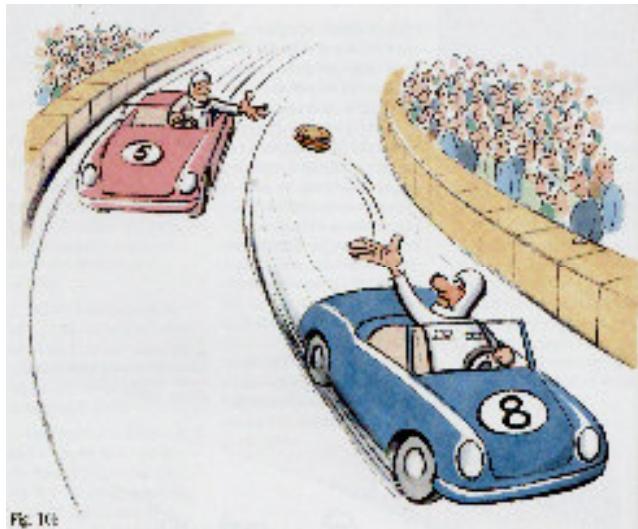
## SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

- I. IL VETTORE MAGNETICO PRODOTTO DAL PAZIENTE PUO' ESSERE USATO PER PRODURRE IL SEGNALE RM, MA LA MISURA DI TALE MAGNETIZZAZIONE NON PUO' ESSERE ESEGUITA DIRETTAMENTE
- II. OCCORRE INTERAGIRE CON IL SISTEMA "PAZIENTE-CAMPO MAGNETICO" PER PRODURRE E RICEVERE IL SEGNALE RM



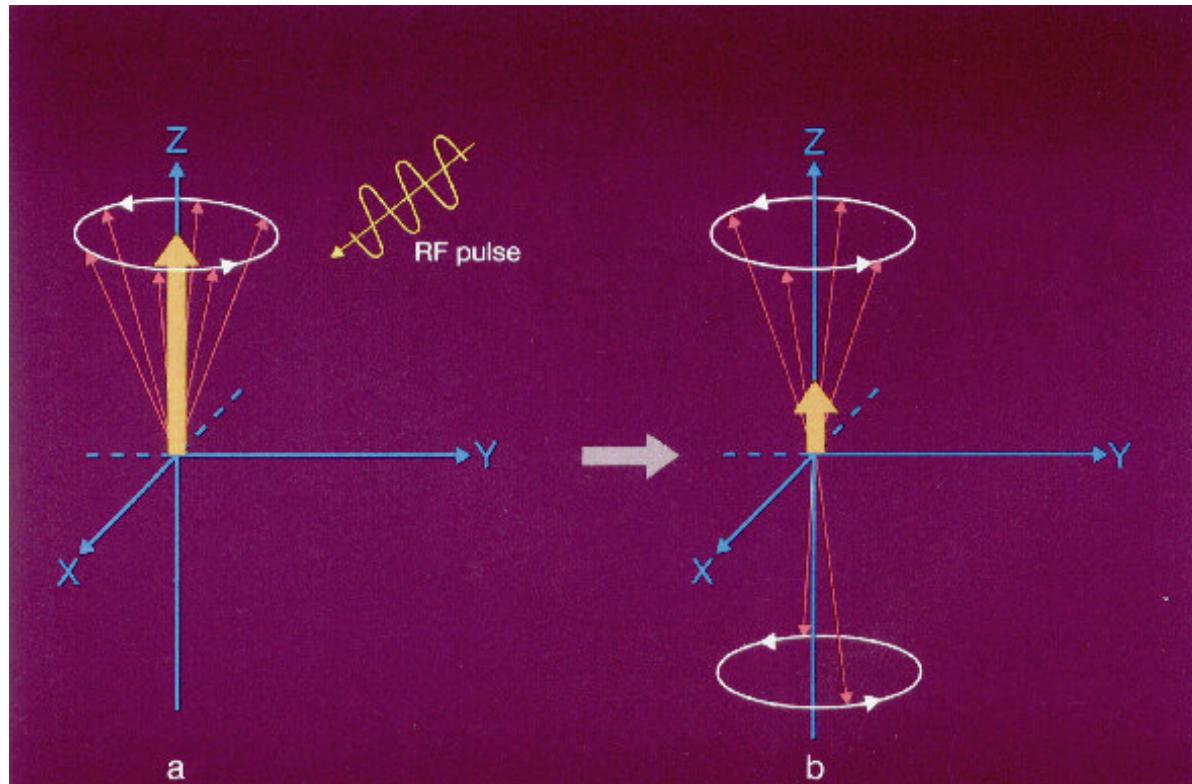
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

- I. PERTURBIAMO IL SISTEMA CON UN IMPULSO DI RADIOFREQUENZA (RF)
- II. IL FENOMENO RISONANZA



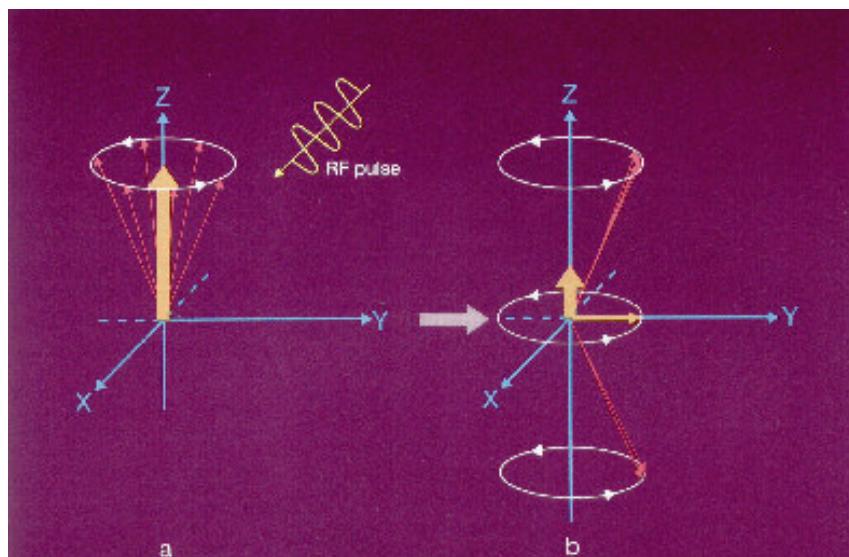
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

## I. COSA AVVIENE DOPO L'IMPULSO DI RADIOFREQUENZA (RF) ?



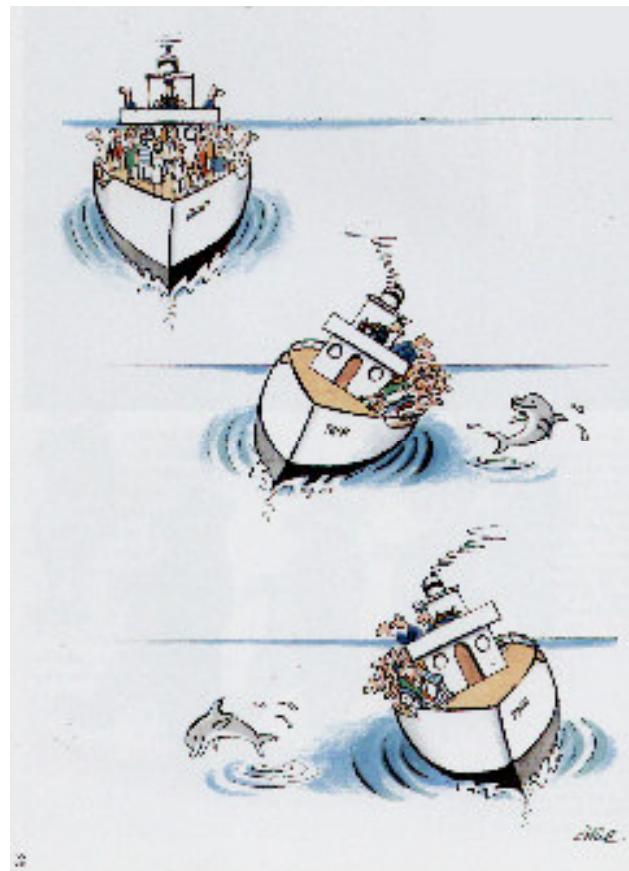
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

## I. L'IMPULSO DI RADIOFREQUENZA (RF) E LA COMPARSA DELLA MAGNETIZZAZIONE TRASVERSALE



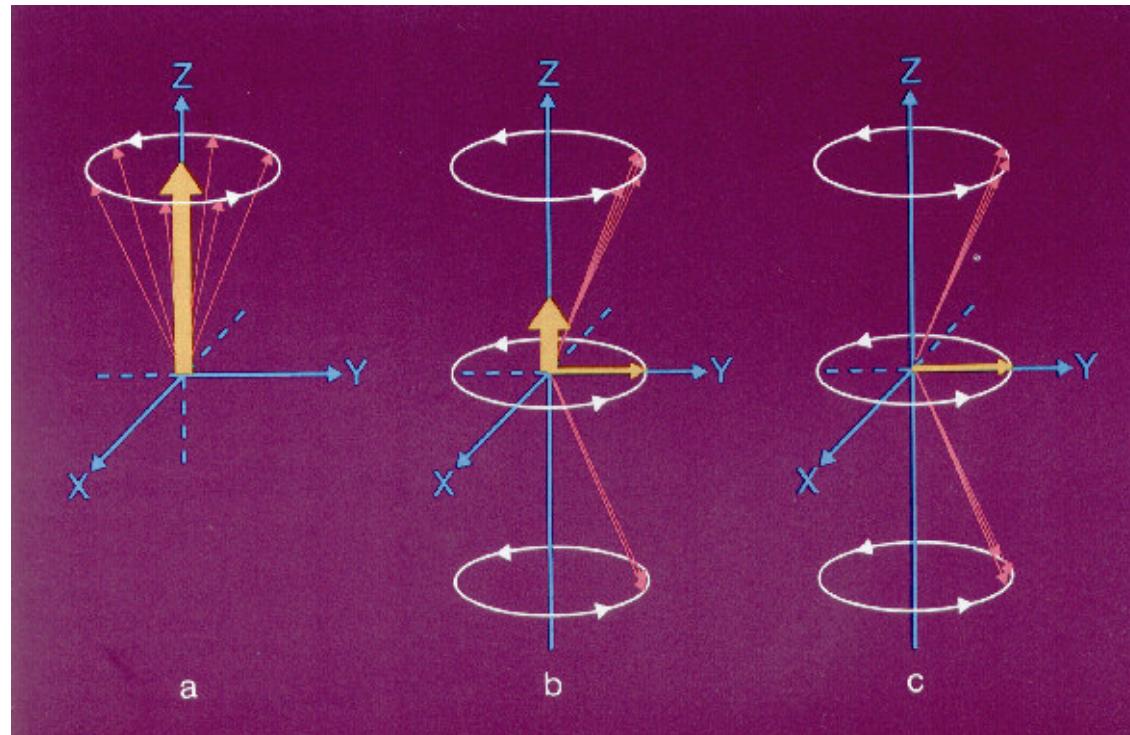
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

## I. L'IMPULSO DI RADIOFREQUENZA (RF) E LA COMPARSA DELLA MAGNETIZZAZIONE TRASVERSALE



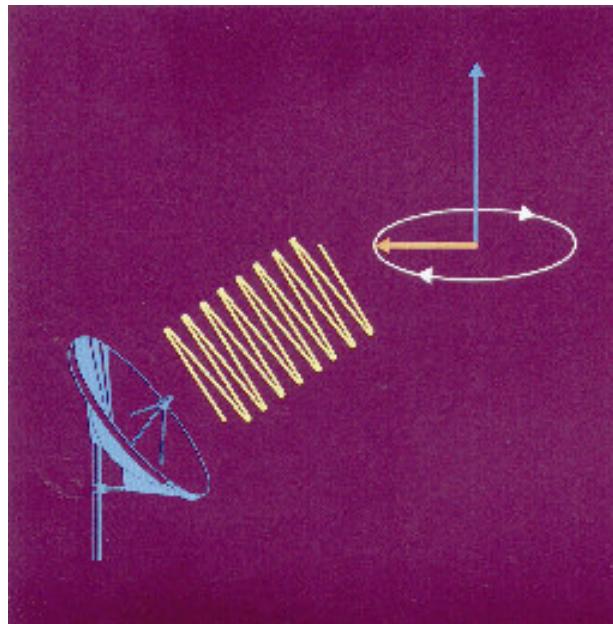
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

I. PER RIEPILOGARE: COSA SUCCEDA DOPO L'IMPULSO DI RADIOFREQUENZA (RF) ?



# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

- I. COME PUO' ESSERE UTILIZZATO IL NUOVO VETTORE DI MAGNETIZZAZIONE TRASVERSALE?
- II. TALE VETTORE RUOTANDO COSTANTEMENTE INDUCE LA COMPARSA DI UNA CORRENTE ELETTRICA IN UN'ANTENNA ESTERNA
- III. TALE CORRENTE COSTITUISCE IL SEGNALE RM



# SGUARDO GENERALE ALLA RM...

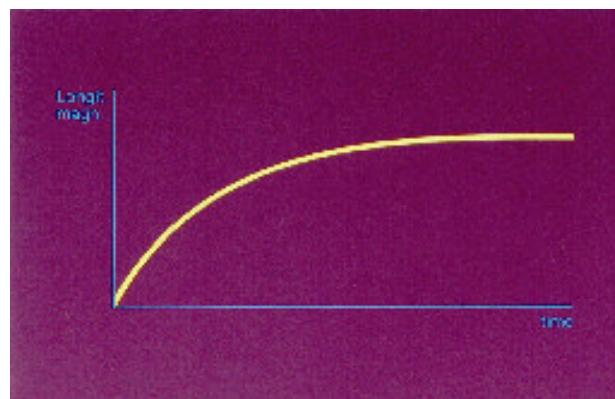
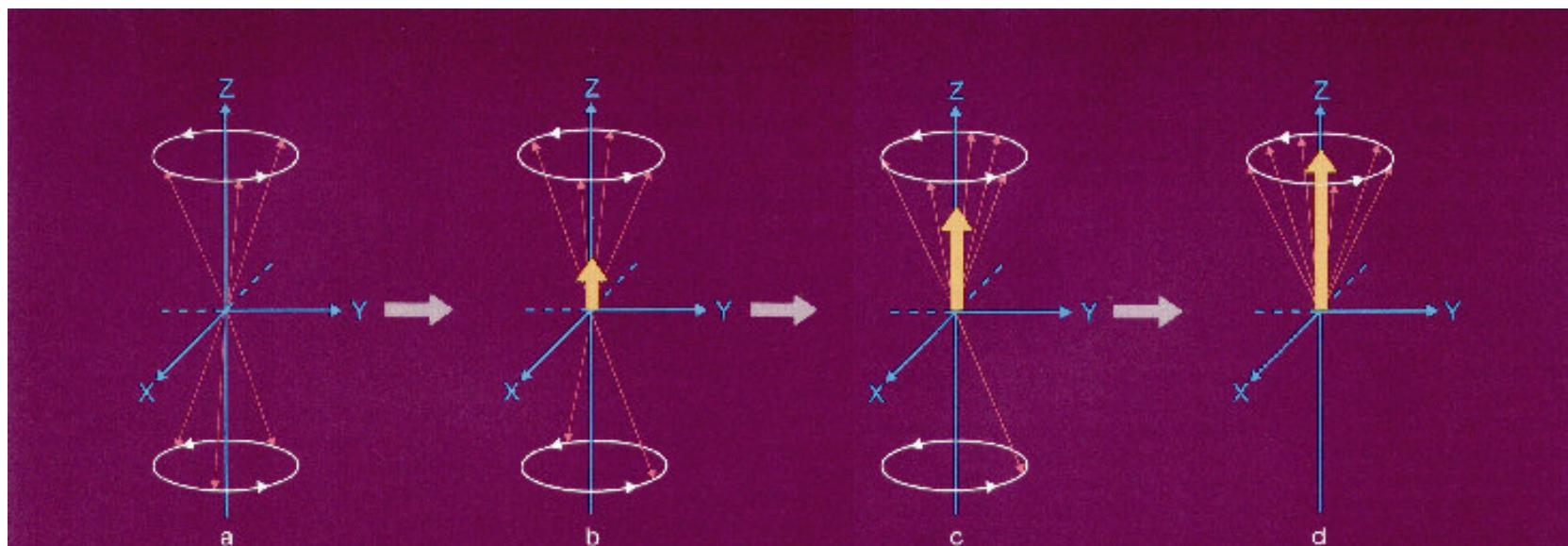
## ...I PRINCIPI FISICI

- I. COME SI PUO' OTTENERE UN'IMMAGINE PARTENDO DA QUESTA CORRENTE ELETTRICA RICEVUTA DA UN'ANTENNA?
- II. IL CAMPO MAGNETICO IN CUI E' POSTO IL PAZIENTE NON HA LA STESSA INTENSITA' IN TUTTE LE SEZIONI DEL CORPO DEL PAZIENTE
- III. LA FREQUENZA DI PRECESSIONE DIPENDE DALLA FORZA DEL CAMPO MAGNETICO ESTERNO, SE QUESTA E' DIFFERENTE DA PUNTO A PUNTO NEL PAZIENTE ALLORA ANCHE I PROTONI PRECEDONO CON DIFFERENTI FREQUENZE IN LUOGHI DIFFERENTI
- IV. RISULTATO: INFORMAZIONE SPAZIALE



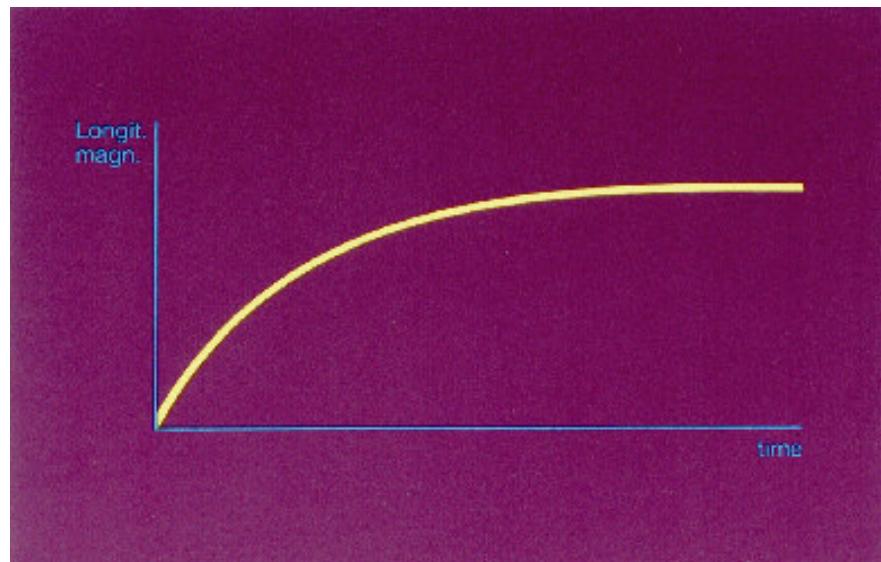
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

## I. COSA SUCCIDE DOPO CHE E' STATO INTERROTTO L'IMPULSO DI RADIOFREQUENZA?



# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

- I. DA UN PUNTO DI VISTA ENERGETICO COSA SUCCIDE DOPO CHE E' STATO INTERROTTA L'IMPULSO DI RADIOFREQUENZA?
- II. L'ENERGIA VIENE CEDUTA AL MEZZO CIROSTANTE (RETIKOLO O LATTICE) IN UN CERTO TEMPO DETTO TEMPO DI RILASSAMENTO  $T_1$  O TEMPO DI RILASSAMENTO LONGITUDINALE O TEMPO DI RILASSAMENTO SPIN-LATTICE

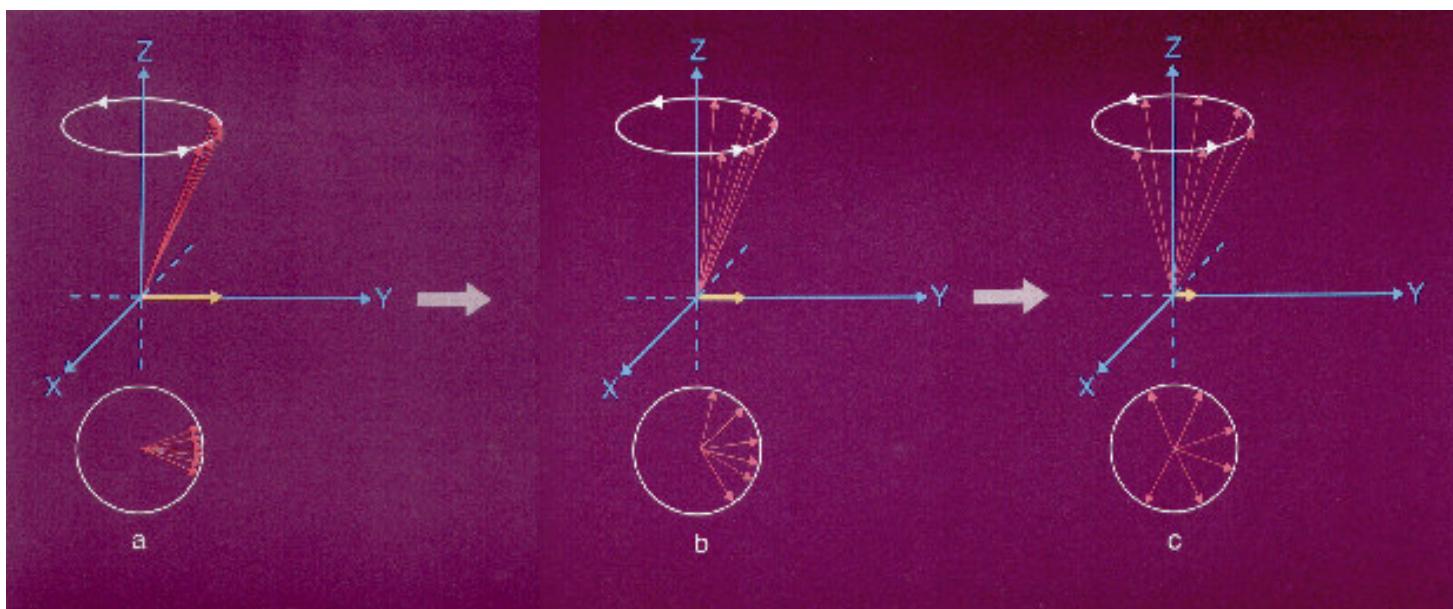


FORMALMENTE: INCREMENTO DEL 63% DELLA MAGNETIZZAZIONE LONGITUDINALE ORIGINALE

# SGUARDO GENERALE ALLA RM...

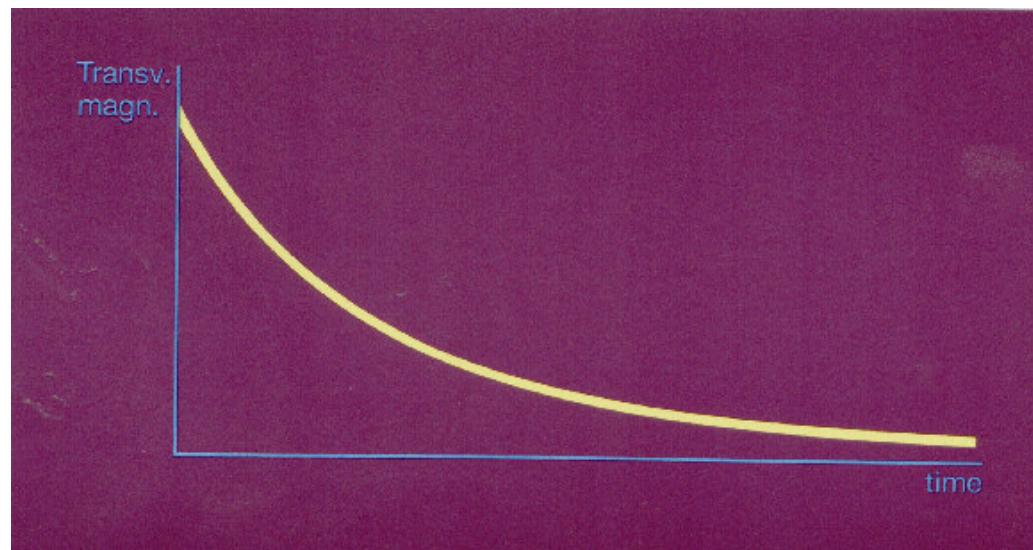
## ...I PRINCIPI FISICI

- I. COSA SUCCIDE ALLA MAGNETIZZAZIONE TRASVERSALE DOPO CHE E' STATO INTERROTTO L'IMPULSO DI RADIOFREQUENZA?
- II. I PROTONI PERDONO LA COERENZA DI FASE A CAUSA DI PICCOLE VARIAZIONI DEL CAMPO MAGNETICO CIRCOSTANTE DOVUTE SIA AI PROTONI ADIACENTI, SIA A PICCOLE DISOMOGENEITA' INELIMINABILI DEL CAMPO MAGNETICO PRINCIPALE



# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

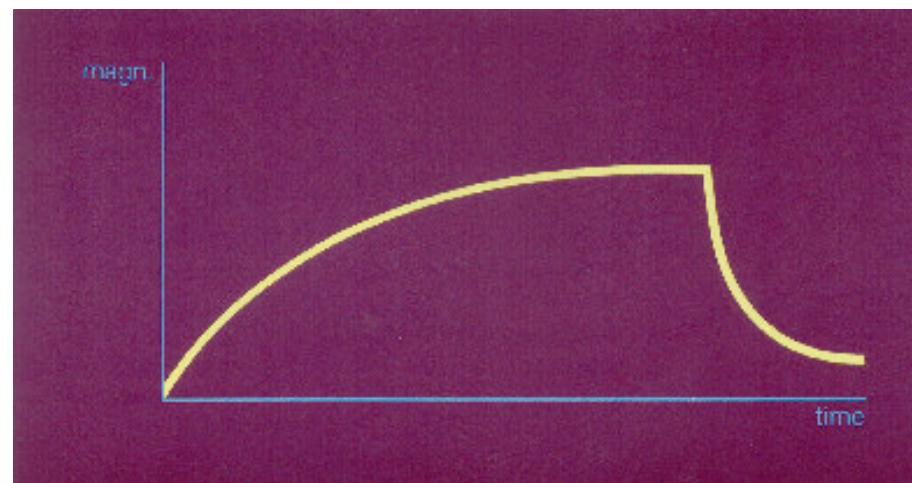
- I. COSA SUCCede ALLA MAGNETIZZAZIONE TRASVERSALE DOPO CHE E' STATO INTERROTTA L'IMPULSO DI RADIOFREQUENZA?
- II. LA MAGNETIZZAZIONE TRASVERSALE DIMINUISCE PROGRESSIVAMENTE IN UN CERTO TEMPO DETTO TEMPO DI RILASSAMENTO TRASVERSALE O TEMPO DI RILASSAMENTO T2 O TEMPO DI RILASSAMENTO SPIN-SPIN



FORMALMENTE: DECREMENTO DEL 37% DELLA MAGNETIZZAZIONE TRASVERSALE ORIGINALE

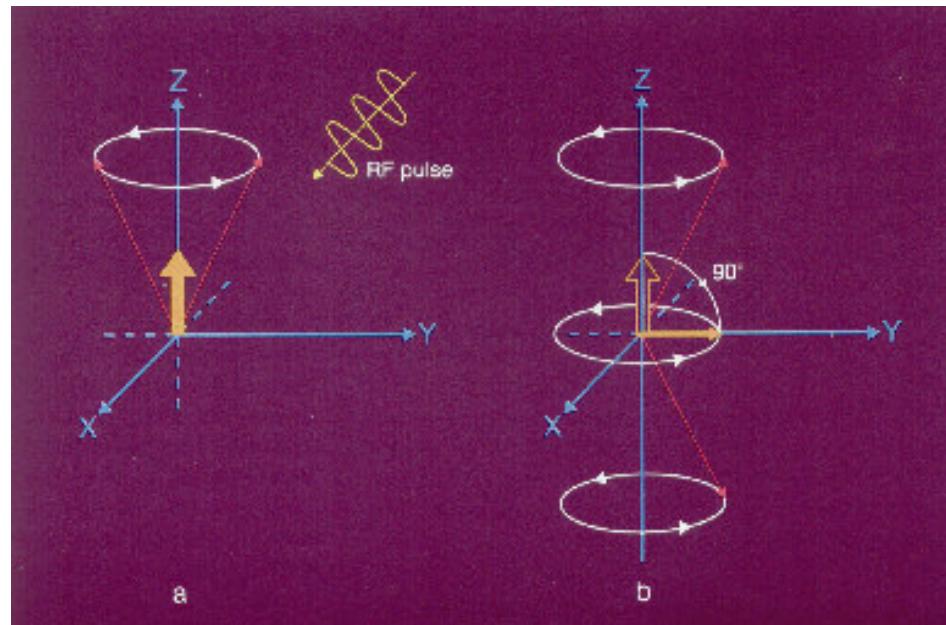
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

- I. CONFRONTO TRA LA CURVA T1 E LA CURVA T2 (T1 = 300-2000 msec.  
T2 = 30-150 msec)



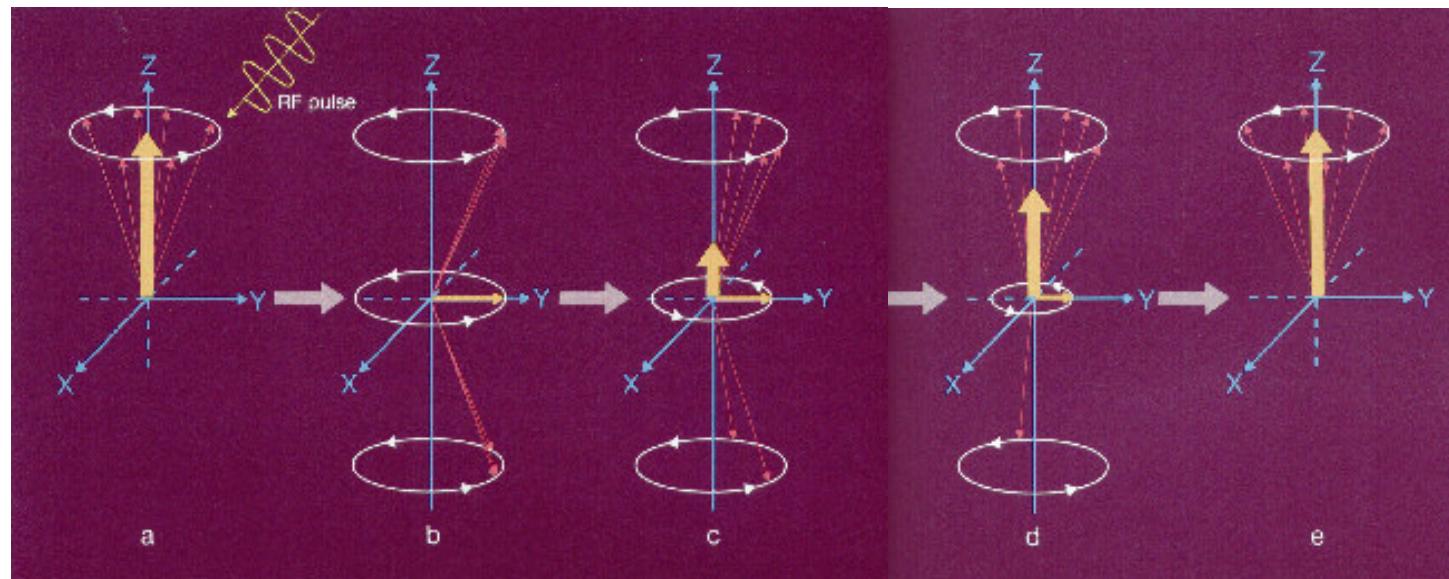
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

- I. UN IMPULSO RF CHE CAUSA LA SCOMPARSA DELLA MAGNETIZZAZIONE LONGITUDINALE E INDUCE LA COMPARSA DELLA MAGNETIZZAZIONE TRASVERSALE, COME SE IL VETTORE MAGNETICO SI FOSSE INCLINATO DI  $90^\circ$  SU UN LATO, E' DETTO IMPULSO A  $90^\circ$



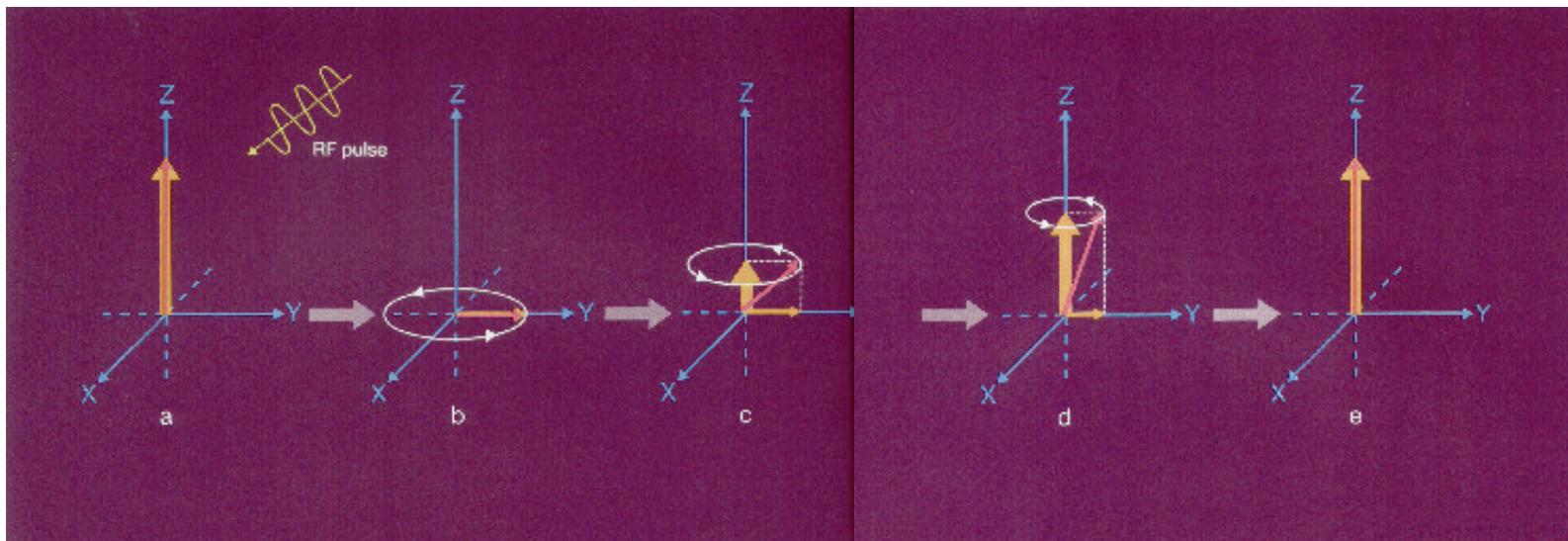
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

## I. VEDIAMO COSA SUCCIDE IN SEQUENZA TEMPORALE DOPO L'ARRIVO DELL'IMPULSO RF E DOPO LA SUA CESSAZIONE



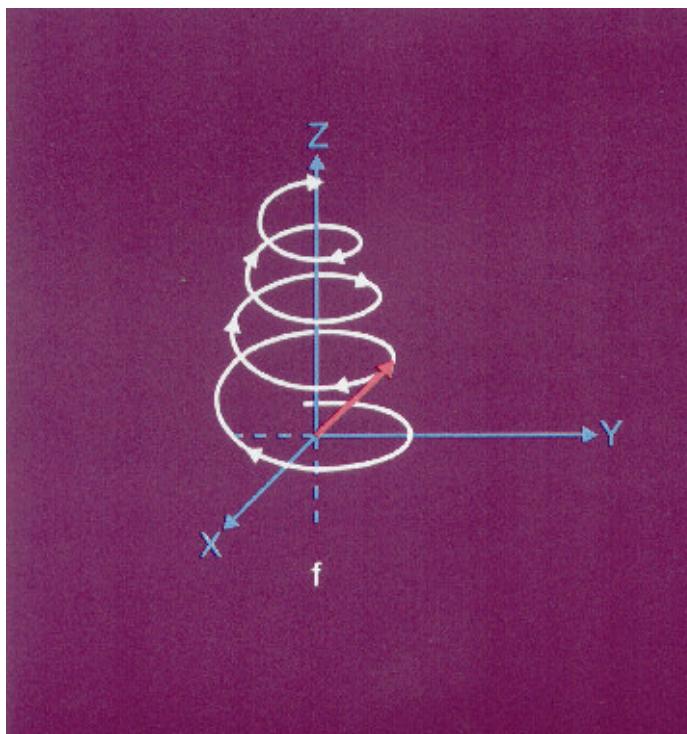
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

- I. VEDIAMO COSA SUCCIDE IN SEQUENZA TEMPORALE DOPO L'ARRIVO DELL'IMPULSO RF E DOPO LA SUA CESSAZIONE UTILIZZANDO SOLO I SINGOLI VETTORI MAGNETICI E IL LORO VETTORE SOMMA O VETTORE RISULTANTE



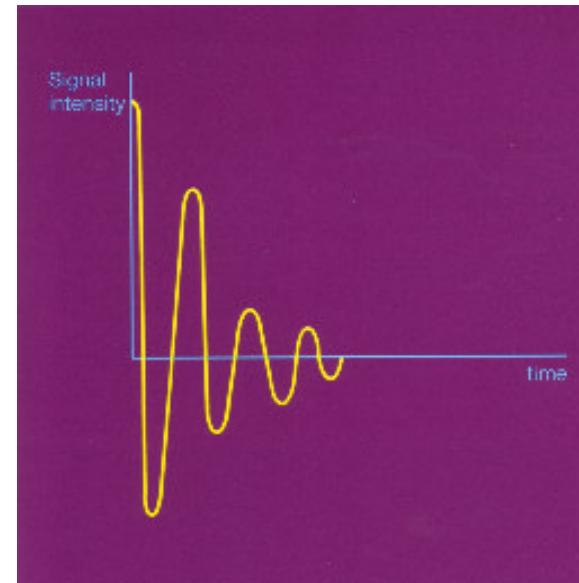
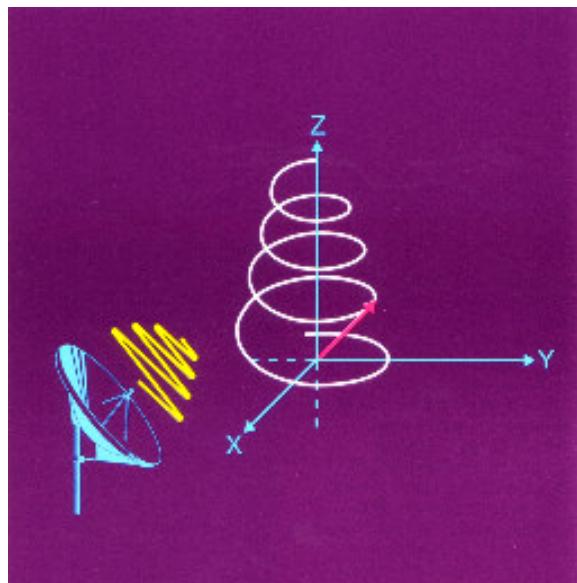
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

- I. IL VETTORE RISULTANTE COMPIE UN MOVIMENTO SPIRALIFORME QUANDO CAMBIA LA PROPRIA DIREZIONE DAL PIANO TRASVERSALE X-Y (NESSUNA MAGNETIZZAZIONE LONGITUDINALE) ALLA SUA POSIZIONE FINALE LUNGO L'ASSE DELLE Z (NESSUNA MAGNETIZZAZIONE TRASVERSALE)



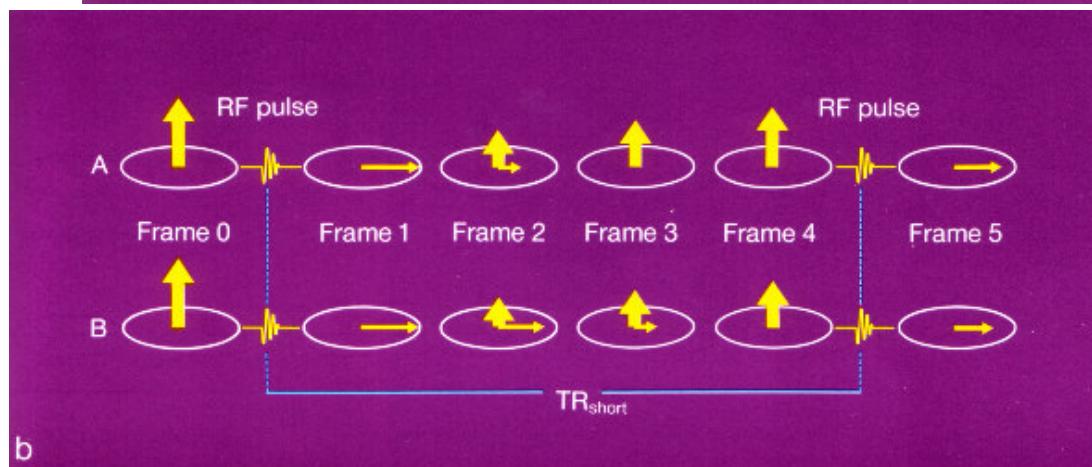
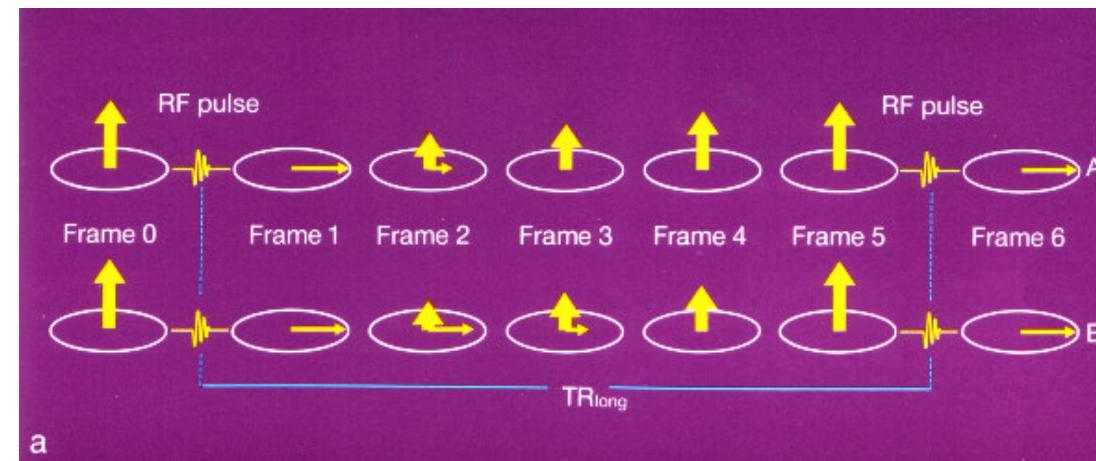
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

- I. COME GIA' DETTO UN MOMENTO MAGNETICO IN MOVIMENTO GENERA UNA CORRENTE ELETTRICA CHE RAPPRESENTA IL SEGNALE RM, IL QUALE PUO' ESSERE RILEVATO DA UN'ANTENNA ESTERNA. IL SEGNALE CHE SI RICEVE AVRA' SEMPRE LA STESSA FREQUENZA (GLI SPIN HANNO SEMPRE LA STESSA VELOCITA' DI PRECESSIONE) MA UN'INTENSITA' DECRESCENTE NEL TEMPO. TALE SEGNALE E' CHIMATO FID (Free Induction Decay)



# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI FISICI

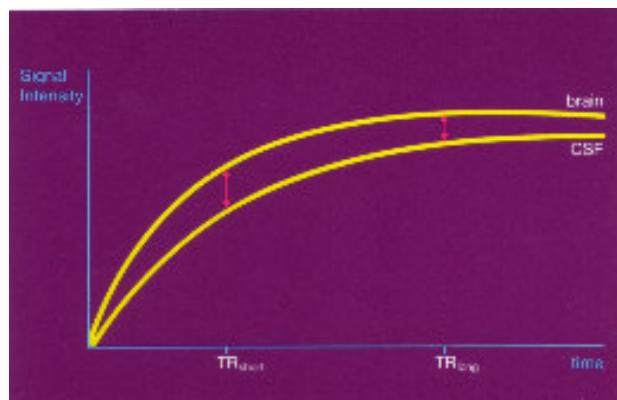
I. COME SI COMPORTANO DUE TESSUTI DIVERSI CHE SONO INTERESSATI DA DUE IMPULSI DI RF DISTANZIATI TRA LORO DA UN INTERVALLO TEMPORALE DIVERSO (TR) ?



# SGUARDO GENERALE ALLA RM...

## ...I PRINCIPI TECNICI

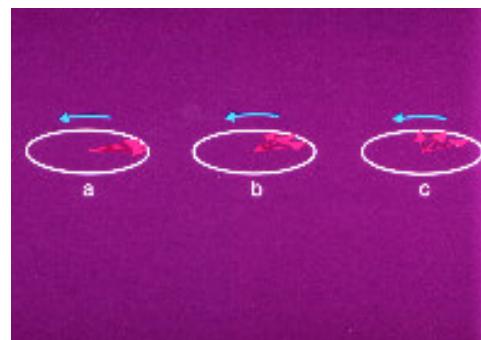
- I. IL TR INFLUENZA IL SEGNALE DI UN TESSUTO, COSI' CON UN TR LUNGO ( $>1500$  msec) SI E' OTTENUTO UN SEGNALE SIMILE TRA I DUE TESSUTI, CHE RISULTERANNO SCARSAMENTE DIFFERENZIABILI
- II. UN TR CORTO ( $< 500$  msec) EVIDENZIA UNA DIFFERENZA DI INTENSITA' DI SEGNALE TRA I DUE TESSUTI, CHE POTRANNO COSI' ESSERE BEN DISTINTI IN BASE ALLA DIFFERENZA DEL LORO T1
- III. L'IMMAGINE CHE NE DERIVA SARA' UN'IMMAGINE PESATA IN T1
- IV. IL CONTRASTO DI UN TESSUTO DIPENDE OLTRE CHE DAL T1, ANCHE DAL T2 E DALLA DENSITA' DEI PROTONI IN ESSO CONTENUTI



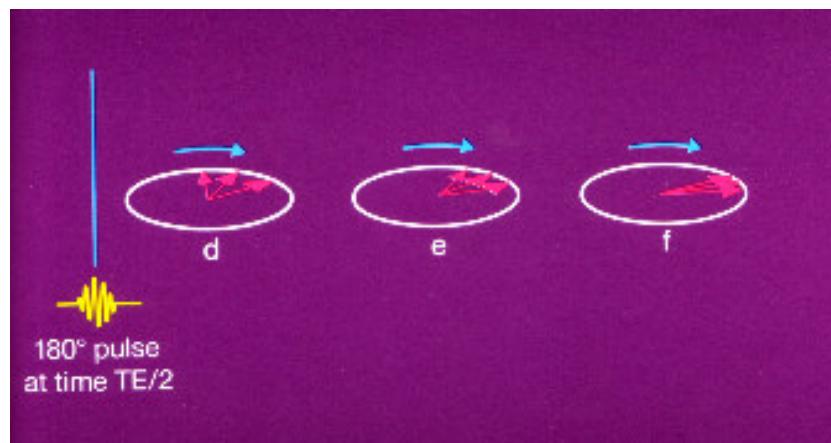
# SGUARDO GENERALE ALLA RM...

## ...I PRINCIPI TECNICI

- I. COME OTTENIAMO UN'IMMAGINE PESATA IN T2
- II. RITORNIAMO A VEDERE COSA SUCCIDE AGLI SPIN DOPO LA CESSAZIONE DELL'IMPULSO A  $90^\circ$

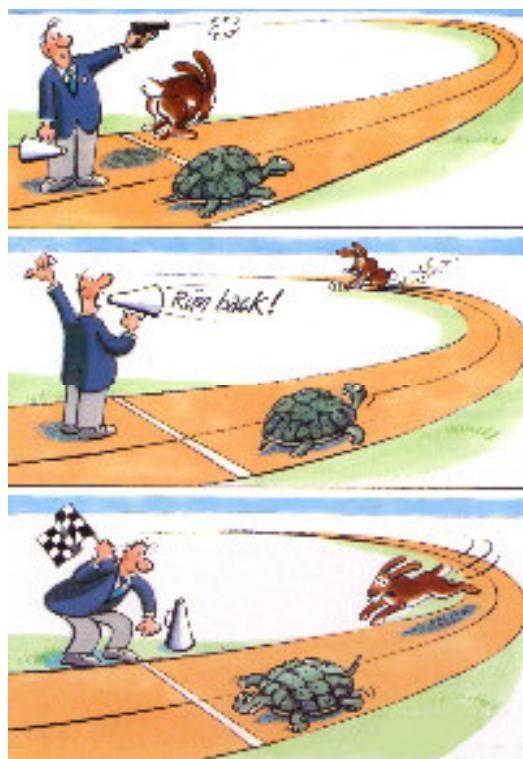


- I. COSA SUCCIDE SE DOPO UN TEMPO CHIAMATO TE/2 VIENE INVIATO UN NUOVO IMPULSO MA A  $180^\circ$ ?



## SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI

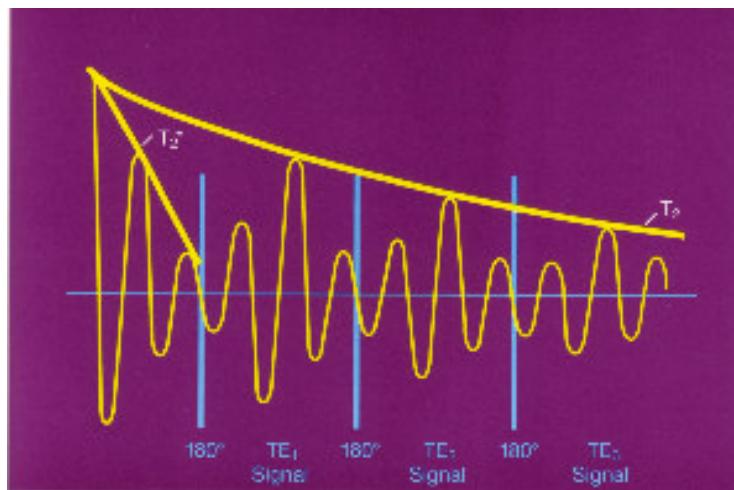
- I. L'IMPULSO A 180° AGISCE COME UN MURO DI GOMMA DAL QUALE I PROTONI RIBALZANO INDIETRO COSI' COME UNA MONTAGNA RIFLETTE INDIETRO LE ONDE SONORE PRODUCENDO UN'ECO
- II. IN RM SI SFRUTTA QUESTO FENOMENO PER OTTENERE UN SEGNALE PIU' FORTE E LA SEQUENZA CHE UTILIZZA QUESTO SISTEMA E' DETTA SPIN-ECHO



# SGUARDO GENERALE ALLA RM...

## ...I PRINCIPI TECNICI

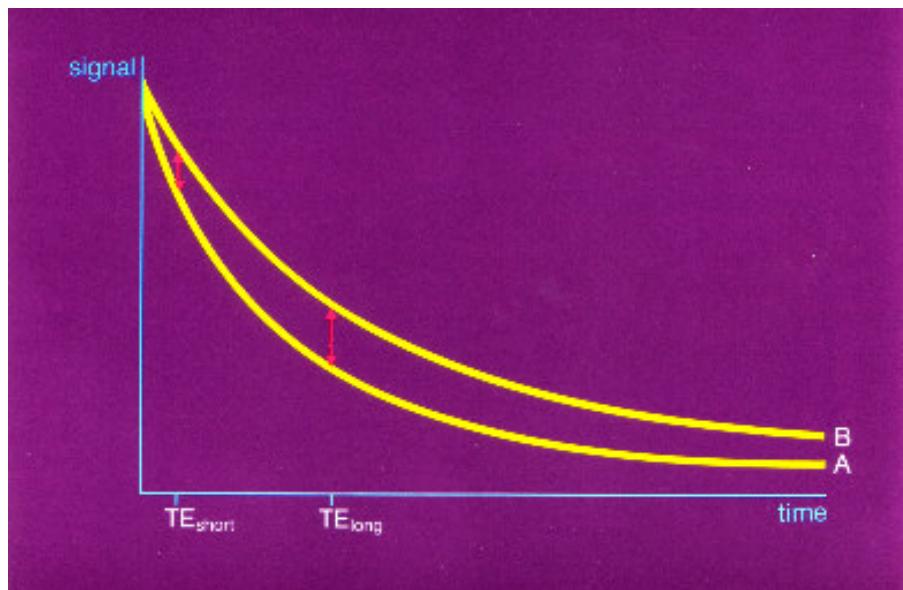
- I. L'IMPULSO A  $180^\circ$  RIFASA GLI SPIN ELIMINANDO GLI EFFETTI CHE INFLUENZANO COSTANTEMENTE I PROTONI, CIOE' LE DISOMOGENEITA' COSTANTI DEL CAMPO MAGNETICO ESTERNO. LE DISOMOGENEITA' NON COSTANTI COME QUELLE INSITE IN UN TESSUTO NON POSSONO ESSERE ELIMINATE ED E' PER QUESTO ANCHE UTILIZZANDO PIU' IMPULSI A  $180^\circ$  L'INTENSITTA' DEL SEGNALE DECRESCHE NEL TEMPO
- II. COMUNQUE SENZA L'IMPULSO A  $180^\circ$  L'INTENSITA' DEL SEGNALE DECRESCEREbbe ANCORA PIU' RAPIDAMENTE IN UN TEMPO DETTO  $T_2^*$



# SGUARDO GENERALE ALLA RM...

## ...I PRINCIPI TECNICI

- I. LE SEQUENZE T2 PESATE: QUANDO SI VOGLIONO DIFFERENZIARE DUE TESSUTI IN BASE ALLE LORO CURVE DI RILASSAMENTO T2, PER ESEMPIO TESSUTO NERVOSE E LIQUOR, OCCORRE DECIDERE CON ACCURATEZZA IL TEMPO DI ECHO (TE), PERCHE' IL CONTRASTO TESSUTALE IN T2 DIPENDE PROPRIO DA QUESTO PARAMETRO. IL TE E' IL DOPPIO DELL'INTERVALLO TEMPORALE CHE SEPARA L'IMPULSO A 90° DA QUELLO A 180° (TE/2)

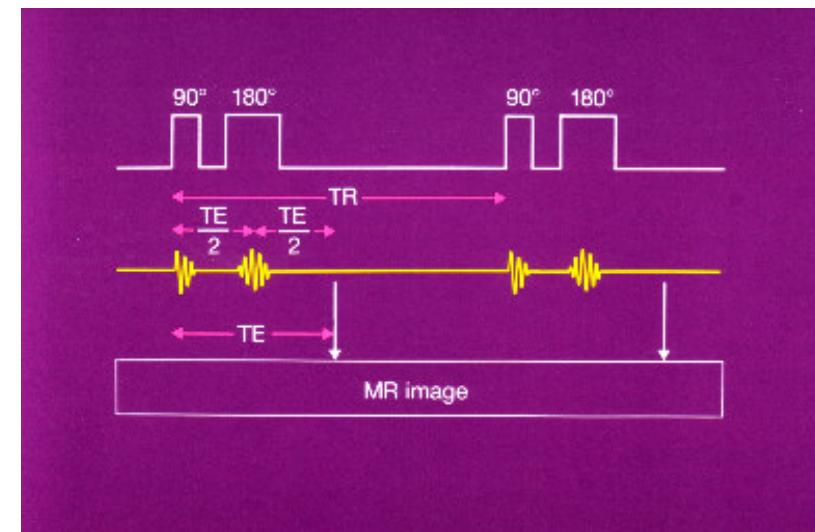


TE BREVE < 30 msec

TE LUNGO > 80 msec

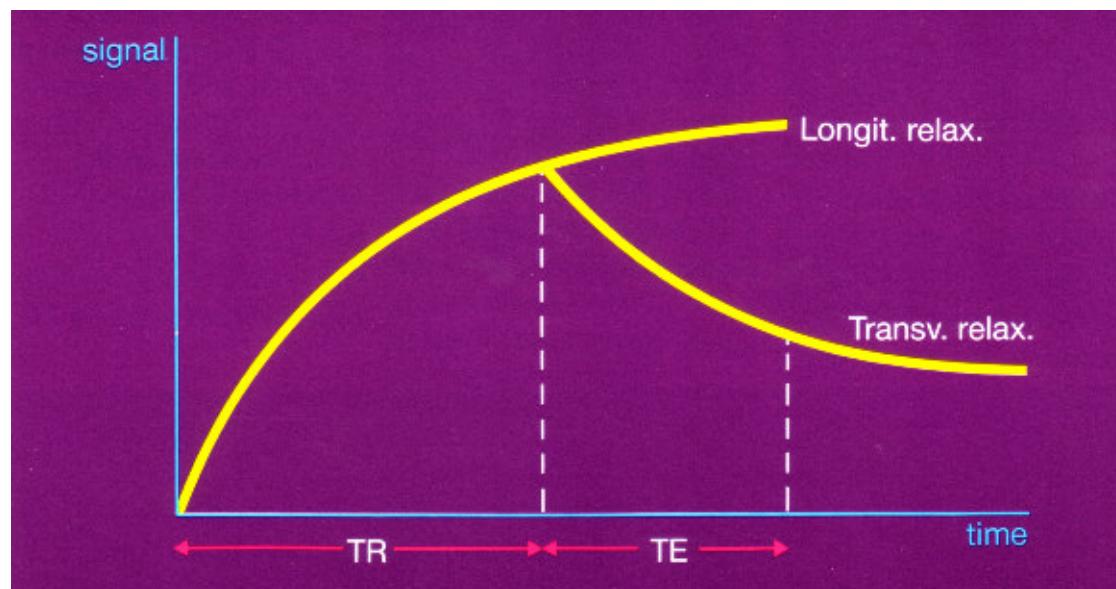
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

## I. COME E' FATTA SCHEMATICAMENTE UNA SEQUENZA SE ?



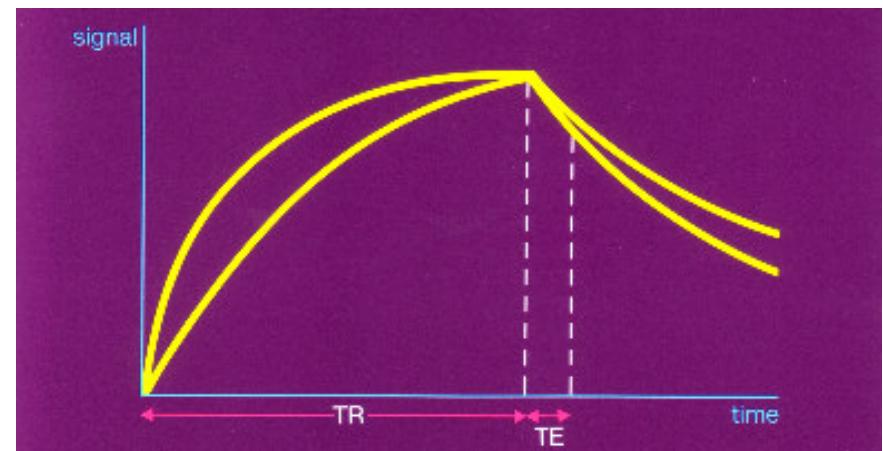
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

- I. L'INTENSITA' DI SEGNALE: DA COSA DIPENDE ?
- II. DIPENDE SIA DA CARATTERISTICHE INTRINSECHE DI UN TESSUTO, CIOE' DAI TEMPI DI RILASSAMENTO T1 E T2
- III. SIA DA PARAMETRI TECNICI IMPOSTATI DALL'OPERATORE, CIOE' DAL TEMPO DI RIPETIZIONE (TR) E DAL TEMPO DI ECHO (TE)



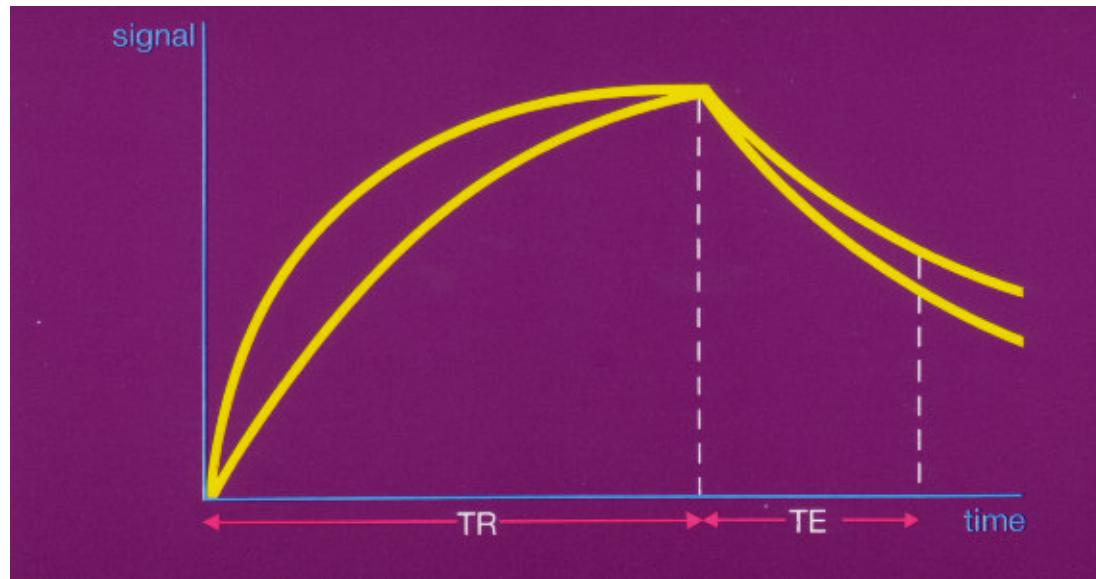
## SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

- I. COSA SUCCEDA SE UTILIZZIAMO UN TR LUNGO ? LE DIFFERENZE IN T1 DI DUE TESSUTI DIVERSI NON SONO PIU' RILEVANTI IN QUANTO GLI SPIN DEI DUE TESSUTI HANNO RIGUADAGNATO DEL TUTTO LA LORO MAGNETIZZAZIONE LONGITUDINALE
- II. COSA SUCCEDA SE UTILIZZIAMO UN TE BREVE ? LE DIFFERENZE DI INTENSITA' DI SEGNALE LEGATE AL T2 NON HANNO ANCORA AVUTO MODO DI MANIFESTARSI
- III. L'IMAGINE CHE NE RISULTA NON E' PERCIO' NE DIPENDENTE DAL T1, NE' DA T2, MA E' INFLUENZATA SOLO DALLA **DENSITA' PROTONICA** (DP) DEI TESSUTI.



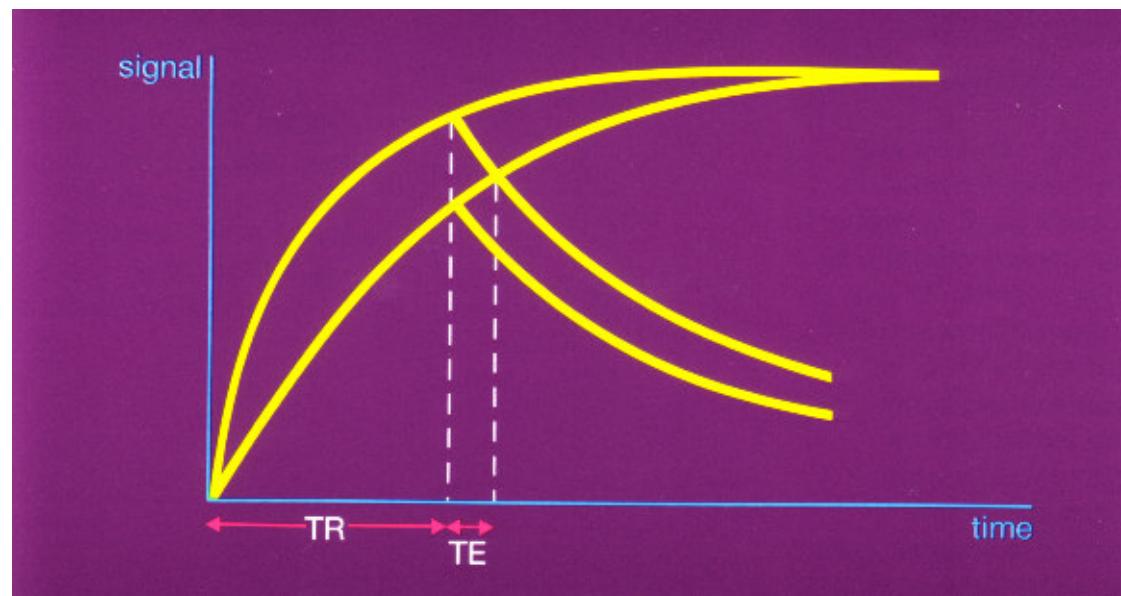
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

- I. COSA SUCCEDA SE UTILIZZIAMO UN TR LUNGO E UN TE LUNGO ?  
CON UN TR LUNGO NON VI SONO DIFFERENZE RILEVANTI NEL T1.  
CON UN TE LUNGO LE DIFFERENZE IN T2 DIVENTANO RILEVANTI.  
AVREMO UN'IMMAGINE T2 PESATA



# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

- I. COSA SUCCEDA SE UTILIZZIAMO UN TR BREVE E UN TE BREVE ?  
CON UN TR BREVE NON TUTTI I TESSUTI AVRANNO RECUPERATO  
IN TEMPO LA LORO MAGNETIZZAZIONE LONGITUDINALE E  
PERCIO' LE DIFFERENZE IN T1 SI MANIFESTERANNO SOTTO FORMA  
DI DIFFERENTI INTENSITA' DI SEGNALE.  
CON UN TE BREVE LE INTENSITA' DI SEGNALE LEGATE AL T2 NON  
HANNO ANCORA AVUTO MODO DI MANIFESTARSI.  
AVREMO UN'IMMAGINE T1 PESATA



# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

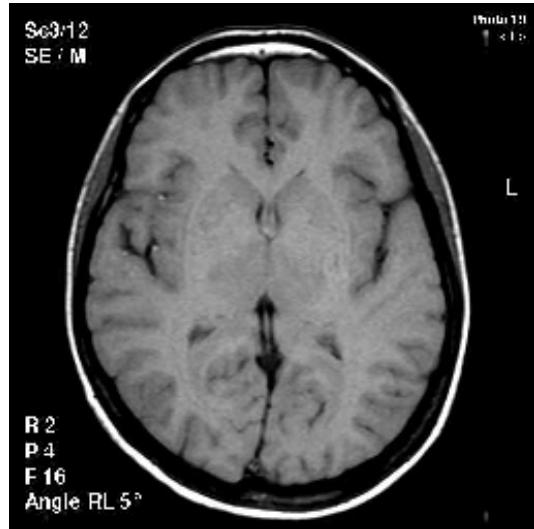


IMMAGINE T1-PESATA

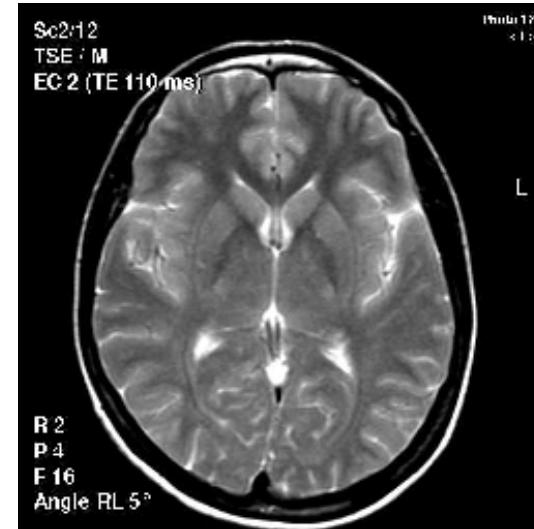


IMMAGINE T2-PESATA

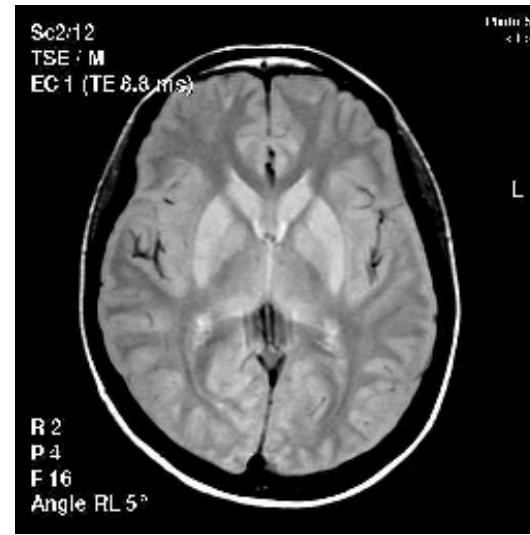
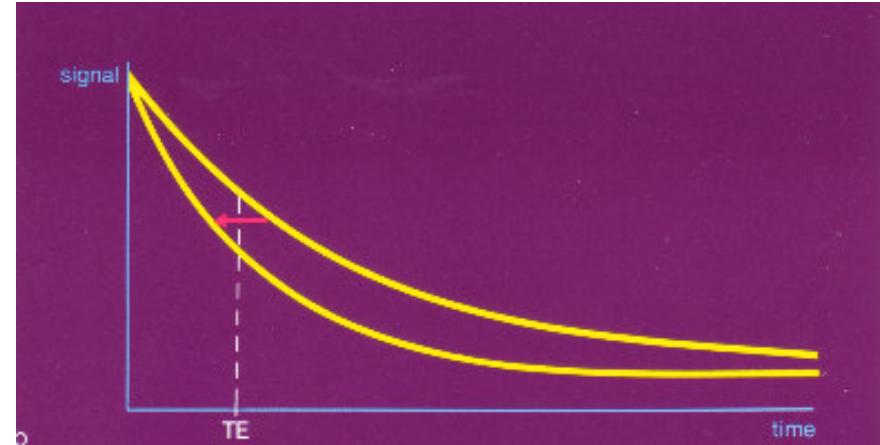
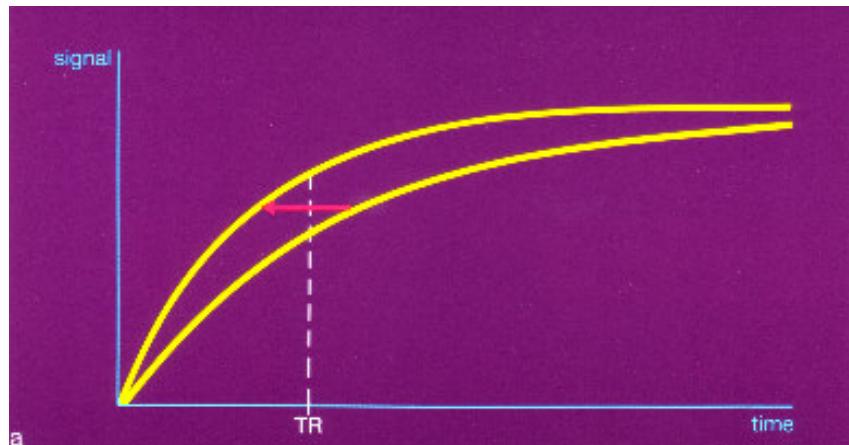


IMMAGINE DP-PESATA

# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

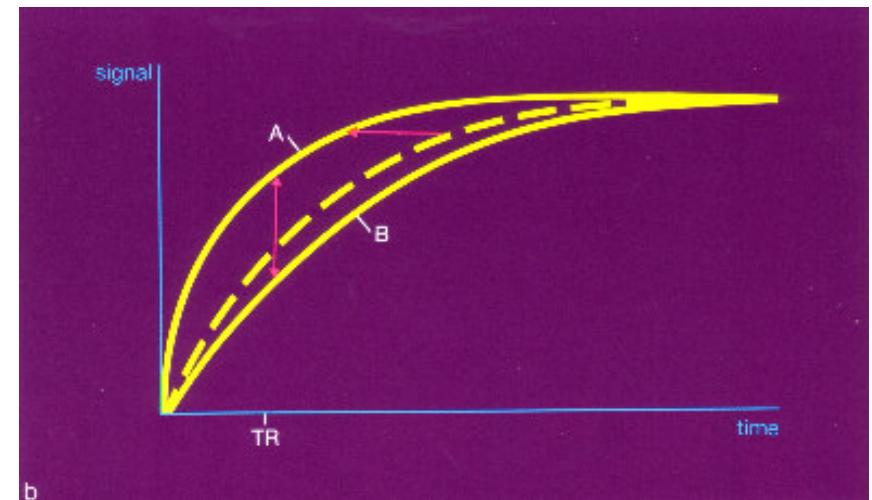
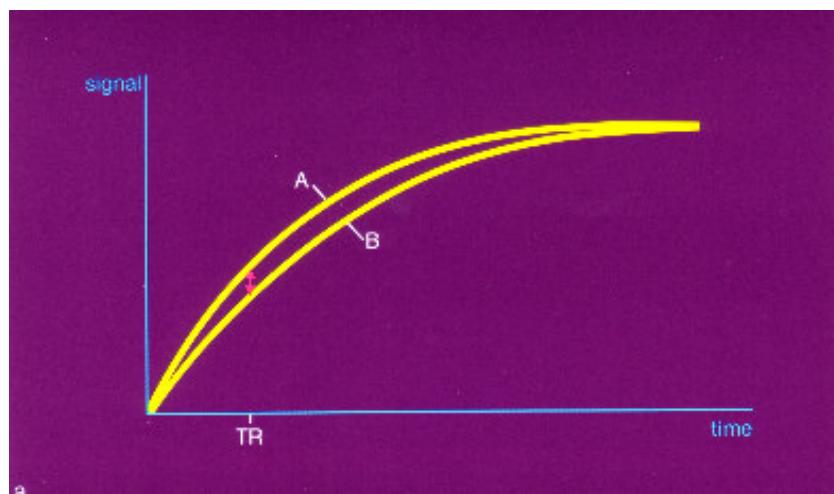
## UN ACCENNO AI MEZZI DI CONTRASTO IN RM

- I. VI SONO SOSTANZE PARAMAGNETICHE COME IL GADOLINIO (Gd), UNA TERRA RARA, CHE CREANO PICCOLI CAMPI MAGNETICI LOCALI I QUALI CAUSANO UNA RIDUZIONE DEI TEMPI DI RILASSAMENTO DEI PROTONI
- II. IN PARTICOLARE IL GADOLINIO ABBREVIA SIA IL T1 CHE IL T2 DEL TESSUTO IN CUI SI DEPOSITA

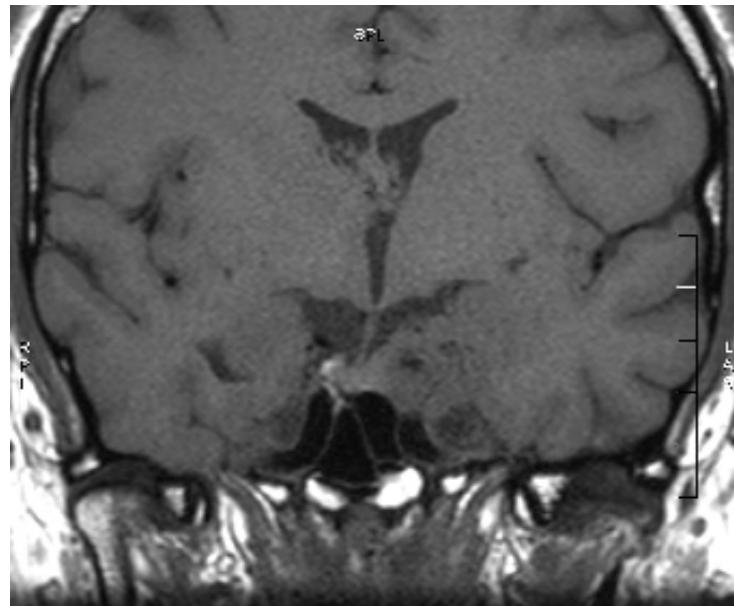


# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

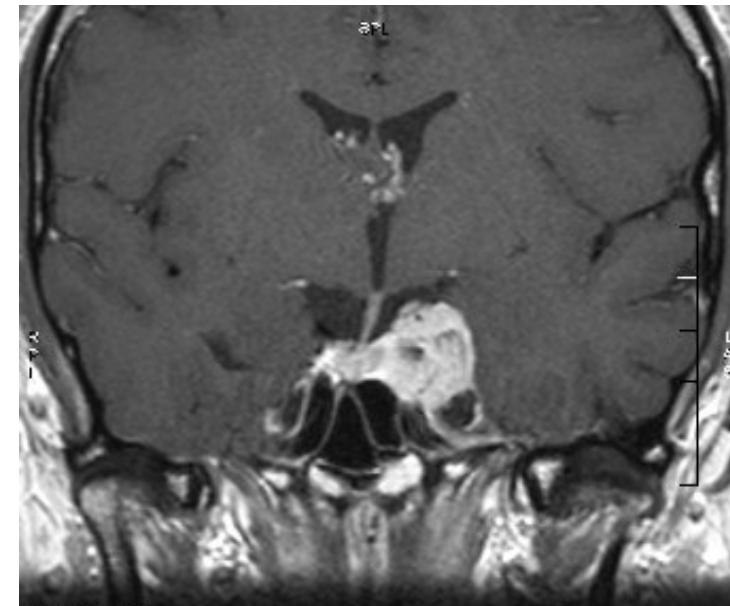
- I. PER DIFFERENZIARE DUE TESSUTI (A, B) CON TEMPI DI RILASSAMENTO T1 SIMILI, BASTA SOMMINISTRAZIONE M.D.C. PARAMAGNETICO PER E.V.
- II. SE UNO DEI DUE TESSUTI (A) ASSUME Gd IL SUO T1 DIVENTERÀ PIU' BREVE E AL TEMPO TR LA SUA INTENSITÀ DI SEGNALE SARA' MAGGIORE CON POSSIBILITÀ DI ESSERE DIFFERENZIATO RISPETTO AL TESSUTO VICINO (B) PER INCREMENTO DEL CONTRASTO TRA I DUE



# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING



MENINGIOMA PRE-M.D.C.

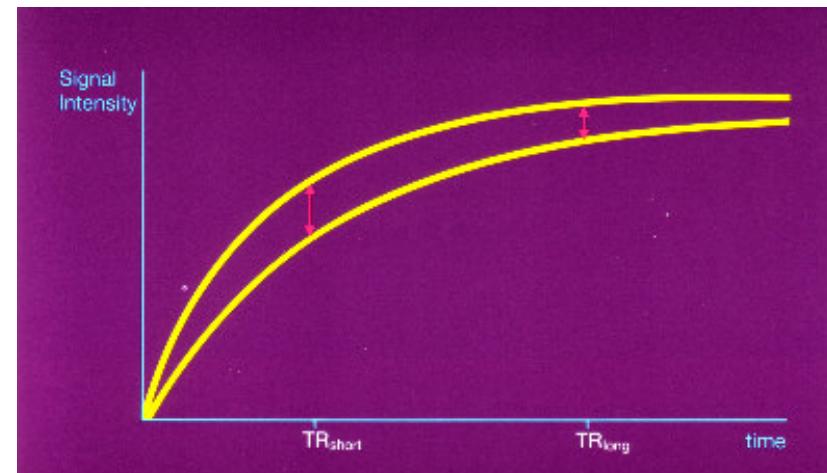
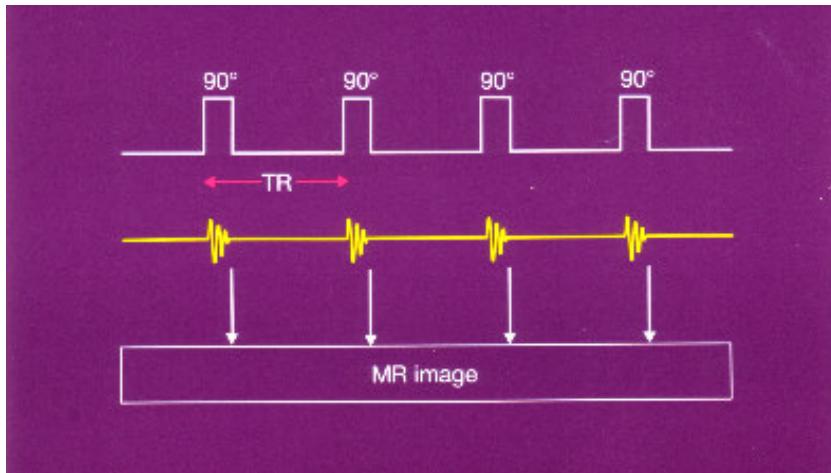


MENINGIOMA POST-M.D.C.

# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

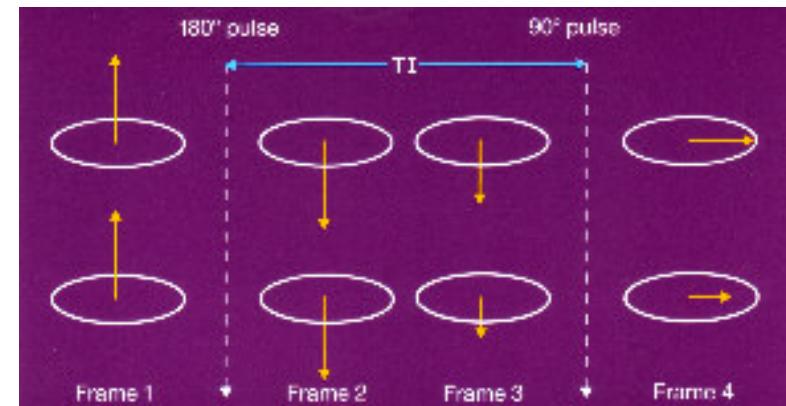
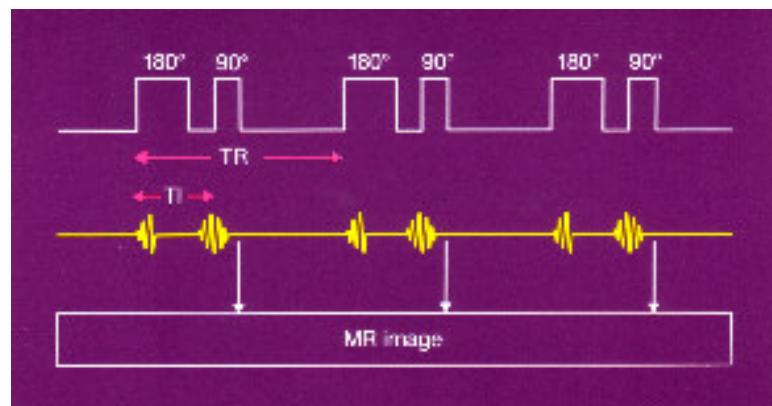
## UNO SGUARDO AD ALCUNE SEQUENZE PARTICOLARI

- I. LA SEQUENZA SATURATION RECOVERY
- II. UTILIZZA SOLO IMPULSI A 90°
- III. IL CONTRASTO DI IMMAGINE DIPENDE SOLO DAL TR
- IV. TR BREVE: IMMAGINE T1 PESATA
- V. TR LUNGO: IMMAGINE DP PESATA



# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

- I. LA SEQUENZA INVERSION RECOVERY
- II. INIZIA CON UN IMPULSO A  $180^\circ$ , INVERTENDO LA MAGNETIZZAZIONE LONGITUDINALE
- III. SEGUE UN IMPULSO A  $90^\circ$  DOPO UN TEMPO TI (TEMPO DI INVERSIONE) PER RIBALTARE LA MAGNETIZZAZIONE NEL PIANO TRASVERSALE (XY) COSÌ CHE IL SEGNALE POSSA ESSERE MISURATO
- IV. IL CONTRASTO TESSUTALE DIPENDE DAL T1, CIOE' DA QUANTO RAPIDAMENTE UN TESSUTO RECUPERA LA SUA MAGNETIZZAZIONE LONGITUDINALE.



# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

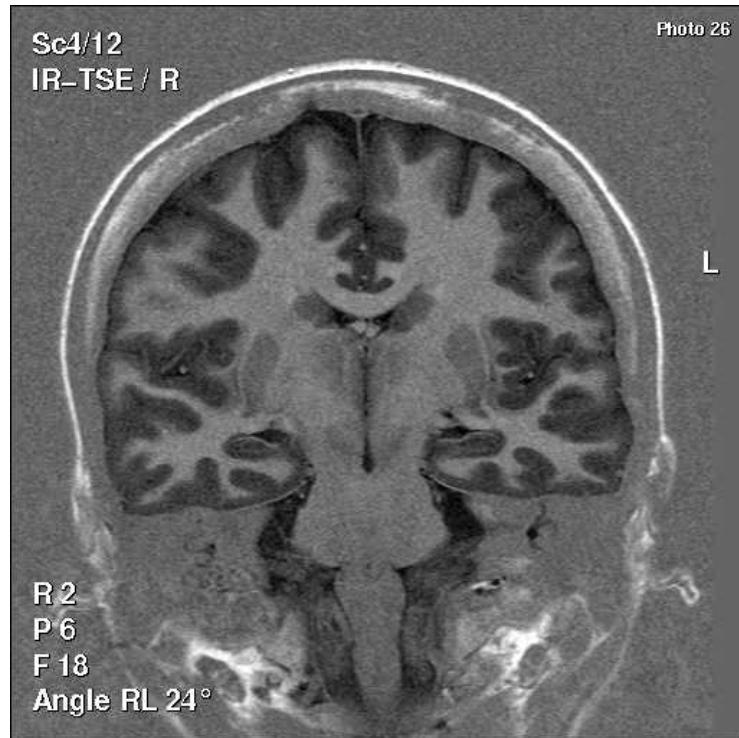


IMMAGINE IR T1-PESATA

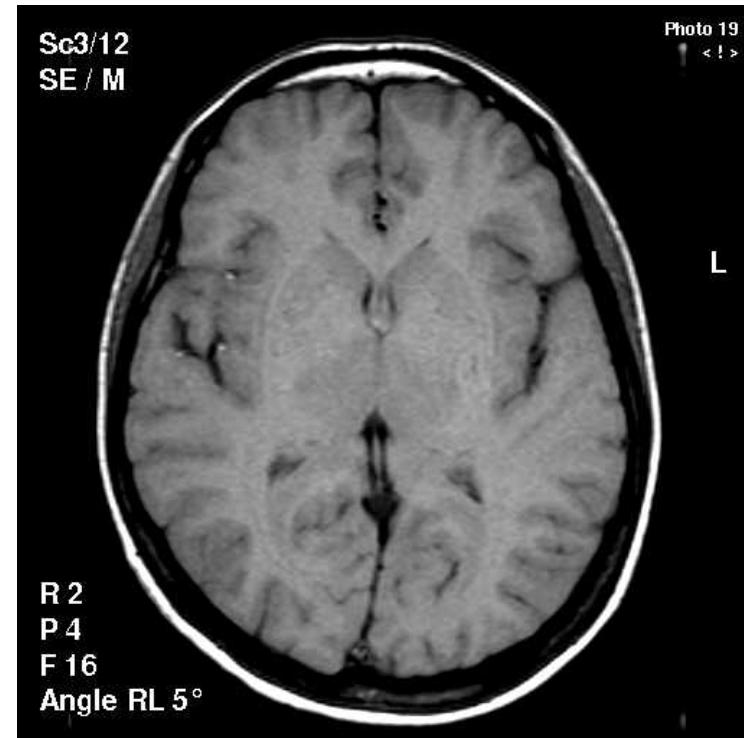


IMMAGINE SE T1-PESATA

# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

## LE SEQUENZE VELOCI (GRADIENT ECHO)

- I. PER RIDURRE IL TEMPO DI UN SEQUENZA SI PUO':
- II. ELIMINARE L'IMPULSO A 180°, UTILIZZANDO IN SUA VECE UN GRADIENTE MAGNETICO RIFASANTE POSITIVO-NEGATIVO
- III. RIDURRE AL MASSIMO IL TR
- IV. ELIMINARE L'IMPULSO A 90° IMPIEGANDO IMPULSI CON ANGOLI DI DEFLESSIONE PIU' PICCOLI (10°-35°)

TEMPO DI ACQUISIZIONE = TR x N x NEX

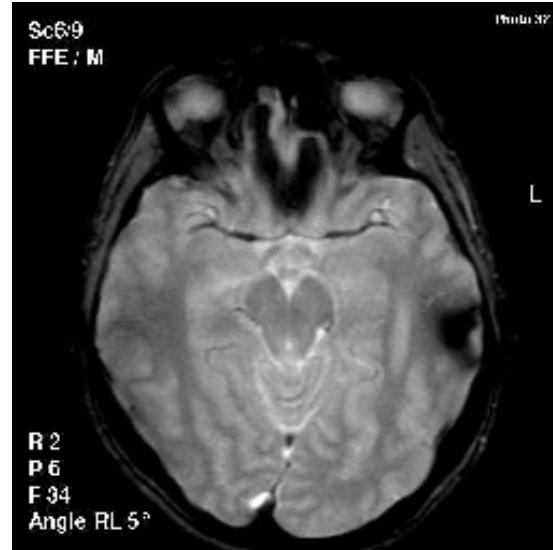


COS'E' IL NEX ?

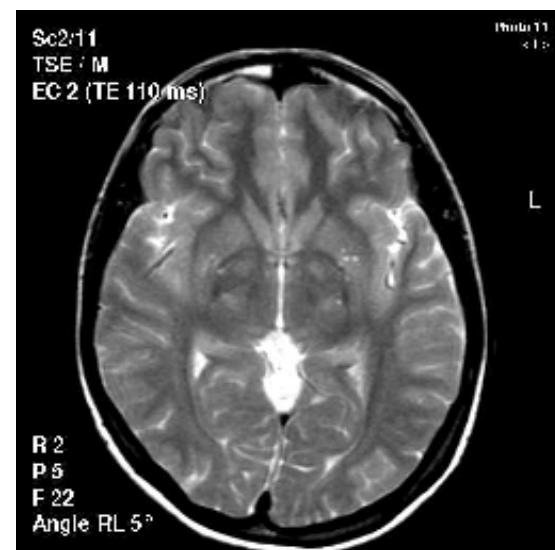
# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING



GE



GE

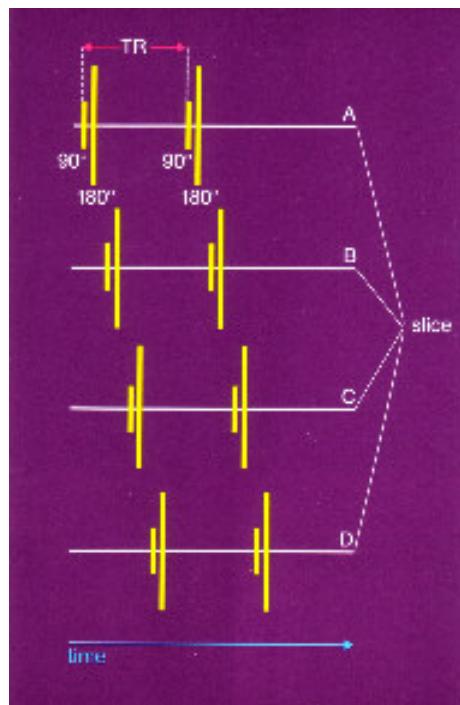


SE

# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

## L'IMAGING MULTISLICE

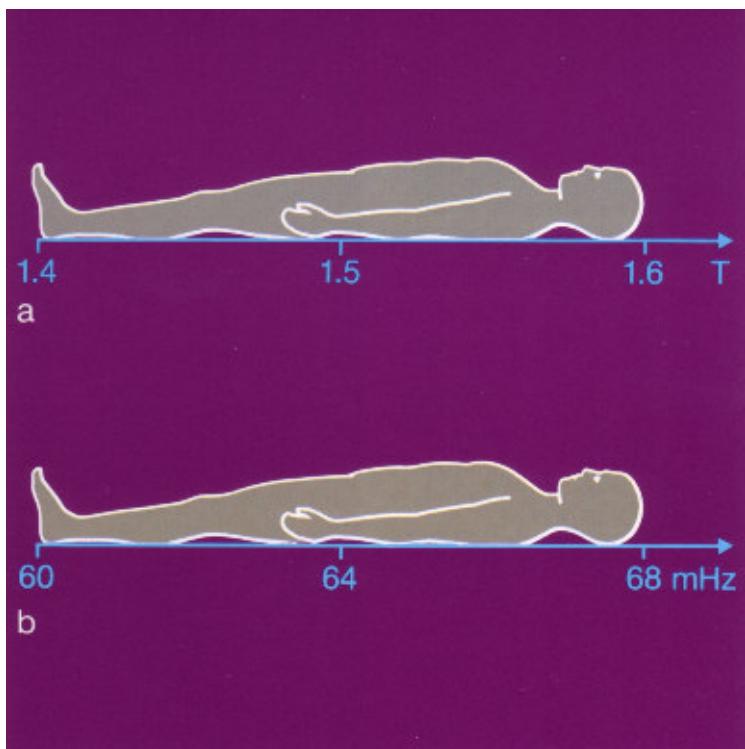
- I. CONVIENE RIDURRE IL TR PER ACCORCIARE IL TEMPO D'ESAME ?
- II. DOPO UN PRIMO IMPULSO A  $90^\circ$ , MENTRE SI ATTENDE IL TEMPO TR PER UNA ULTERIORE MISURAZIONE IN UNA CERTA SEZIONE (A) SI PUO' LANCIARE LA STESSA SEQUENZA SU ALTRI PIANI DIVERSI (B-D) OTTIMIZZANDO COSI' IL TEMPO DI OGNI TR



# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

COME SI SELEZIONA IL PIANO DA ESAMINARE ?

- I. SI SOVRAPPONE AL CAMPO MAGNETICO PRINCIPALE UN ALTRO CAMPO MAGNETICO AVENTE INTENSITA' DIVERSA IN UNA CERTA DIREZIONE DELLO SPAZIO (ASSE Z). TALE CAMPO ADDIZIONALE E' CHIAMATO GRADIENTE DI CAMPO ED E' OTTENUTO PER MEZZO DI BOBINE DI GRADIENTE

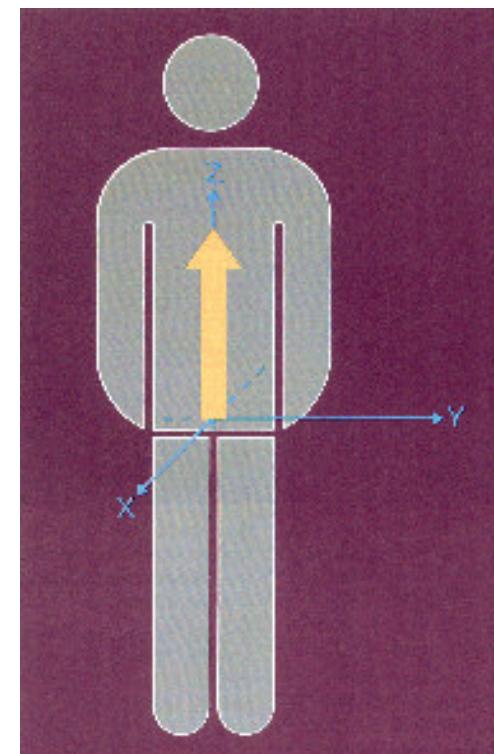
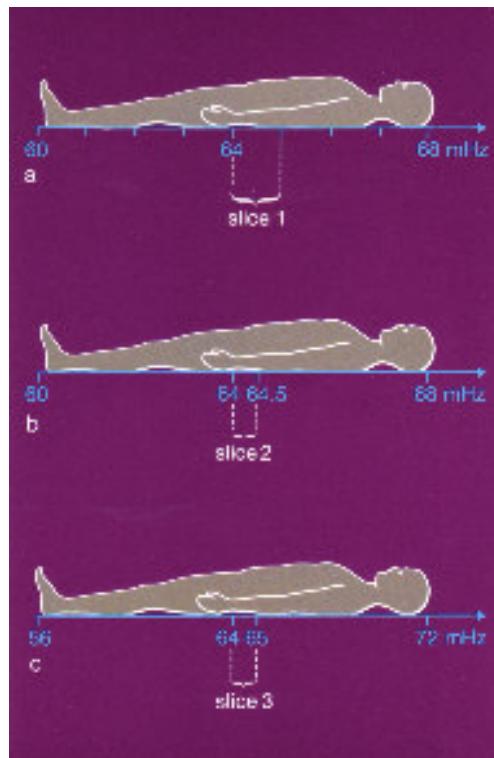


$$\omega_0 = \gamma B_0$$

# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

COME SI SELEZIONA LO SPESSORE DI UNO STRATO ?

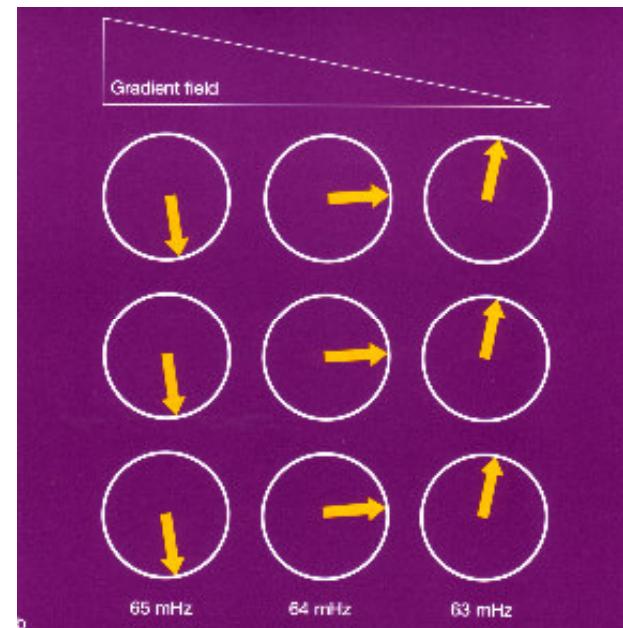
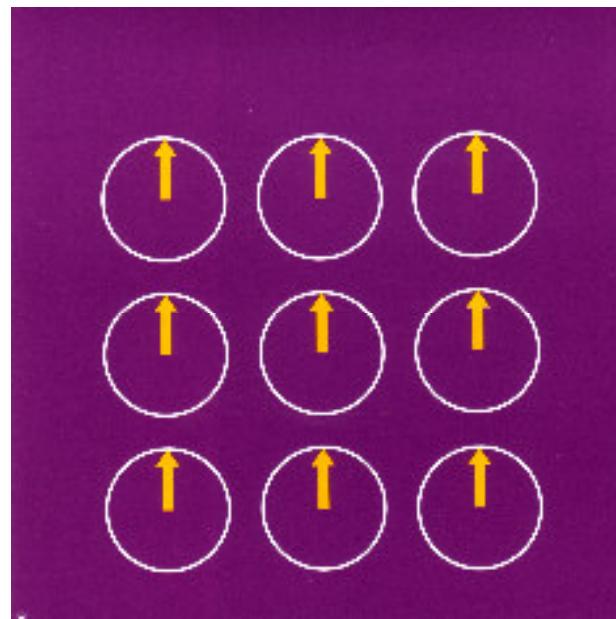
- I. INVIANDO NON UN IMPULSO CON UNA SPECIFICA FREQUENZA, MA UNO CON UN PIU' AMPIO RANGE DI FREQUENZE, COSI' CHE PIU' SPESO SARA' IL PIANO IN CUI I PROTONI SARANNO ECCITATI (B)
- II. USANDO UN GRADIENTE DI CAMPO MAGNETICO PIU' INTENSO A PARITA' DI AMPIEZZA DI BANDA DELL'IMPULSO RF (C)



# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

COME SI INDIVIDUA ALL'INTERNO DI UNO STRATO IL PUNTO DA CUI PROVIENE IL SEGNALE ?

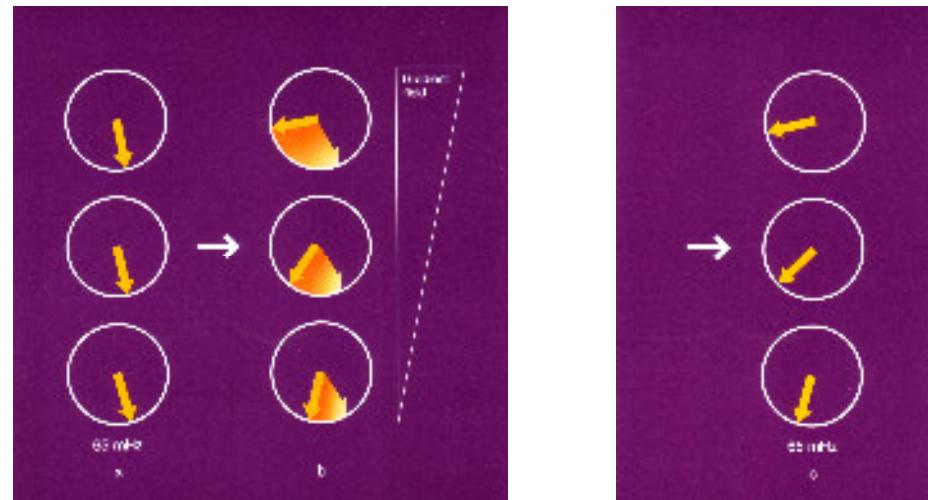
- I. DOPO L'IMPULSO RF SI APPLICA UN ALTRO GRADIENTE DI CAMPO, CHE PUO' DECRESCHERE DA SINISTRA A DESTRA, COSI' CHE LA FREQUENZA DI PRECESSIONE DEI PROTONI DECRESCHERA' DA SINISTRA A DESTRA
- II. TALE GRADIENTE E' DETTO GRADIENTE DI CODIFICA DI FREQUENZA



# SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...I PRINCIPI TECNICI E L'IMAGING

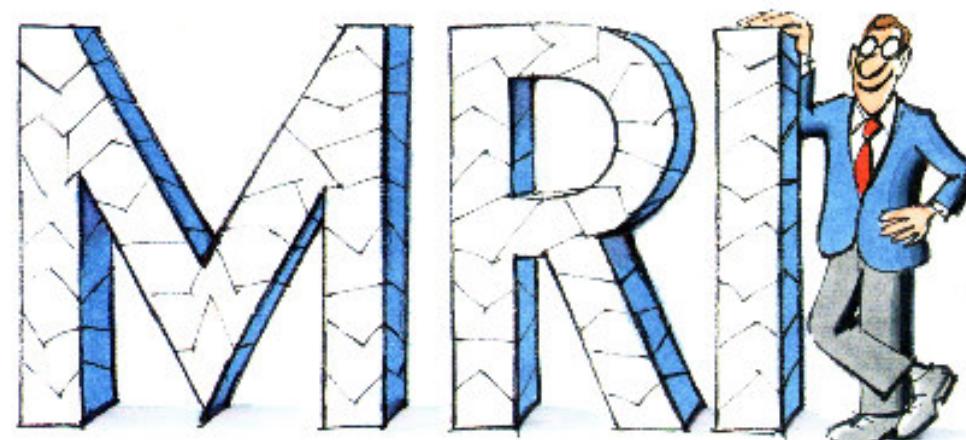
NELLA STESSA COLONNA PERO' I PROTONI RUOTANO CON LA STESSA FREQUENZA !

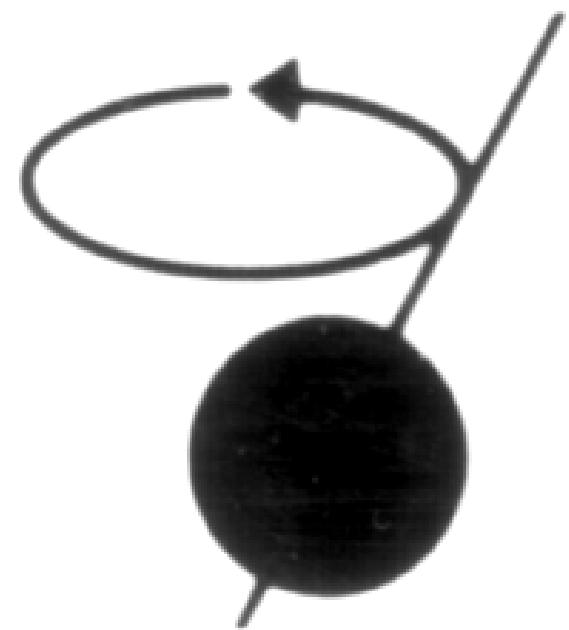
- I. SE SI APPLICA UN ALTRO GRADIENTE DI CAMPO CHE ABBIA LA STESSA DIREZIONE DELLA COLONNA QUESTO FA ACCELERARE LA PRECESSIONE DEI PROTONI IN MODO PROPORZIONALE ALLA SUA INTENSITA'
- II. PROVOCANDO ACCELERAZIONI DIVERSE ESSO CAUSA ANCHE UN CAMBIAMENTO DI FASE DEI PROTONI NELL'AMBITO DELLA STESSA COLONNA ED E' PERCIO' DETTO GRADIENTE DI CODIFICA DI FASE



## SGUARDO GENERALE ALLA RM... ...L'IMAGING

- I. COME RISULTATO SI HA UNA MISCELA DI SEGNALI DIVERSI. QUESTI SEGNALI HANNO FREQUENZE DIFFERENTI E QUELLI CON LA STESSA FREQUENZA HANNO FASI DIVERSE A SECONDA DELLA LORO POSIZIONE.
- II. CON UN PROCEDIMENTO MATEMATICO DETTO **TRASFORMATO DI FOURIER** UN PROCESSORE PUO' ANALIZZARE L'INTENSITA' DEI SEGNALI CON UNA FASE E UNA FREQUENZA SPECIFICI.
- III. TALI SEGNALI POSSONO ESSERE COSI' ASSEGNAZI AD UNA CERTA POSIZIONE ALL'INTERNO DI UNA MATRICE DI PIXEL OTTENENDO IN TAL MODO L'IMMAGINE RM.





GRAZIE