

Vad säger

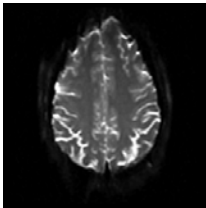
BLIPP BLIPP BLIPP

och ger distorderade & brusiga bilder?

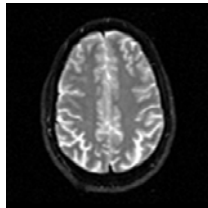
Echo-Planar Imaging (EPI)

Magnus Karlsson

Hur ser EPI bilder ut?



eller



Echo-Planar Imaging (EPI)

Frågor och Svar

- Varför låter det **BLIPP BLIPP BLIPP**?
 - Svar: Bandbredden
- Varför är bilden distorderad?
 - Svar: Bandbredden
- Varför är bilden brusig?
 - Svar: Bandbredden

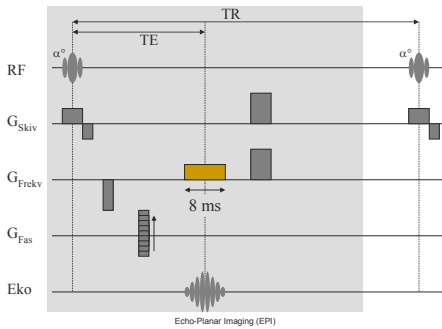
Echo-Planar Imaging (EPI)

Vad är Bandbredd?

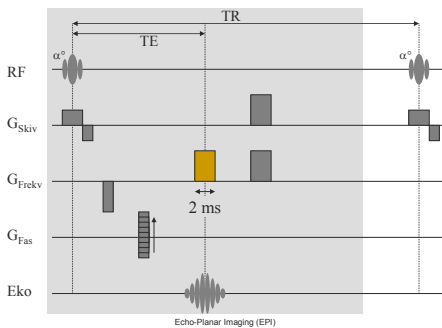
- För att förklara det måste vi först veta vad som händer i *k-space* när man använder vanliga pulssekvenser (GRE, SE)

Echo-Planar Imaging (EPI)

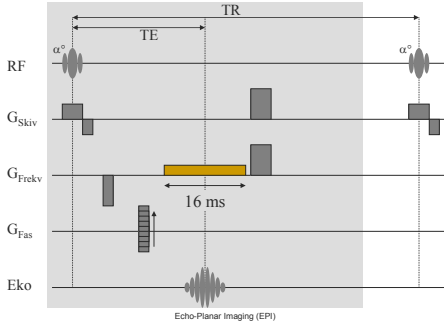
Gradient spoiled Gradient-Eko (GRE) "vanlig" bandbredd (± 16 kHz)



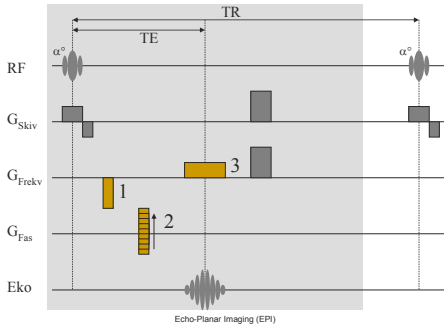
Gradient spoiled Gradient-Eko (GRE) hög bandbredd (± 64 kHz)



Gradient spoiled Gradient-Eko (GRE)
låg bandbredd (± 8 kHz)



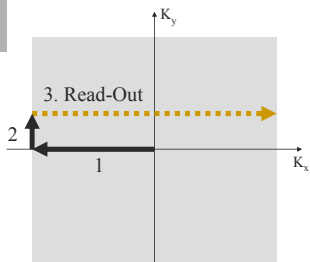
Gradient spoiled Gradient-Eko (GRE)
Signalkodning



Gradient-Eko (GRE)

k-space travel

ett eko per excitation



$scantid = TR \cdot N_{Fas} \cdot NEX$

Echo-Planar Imaging (EPI)

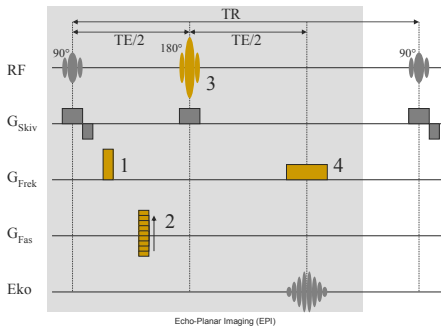
Bandbredd (BW)

Slutsats för "vanliga" pulsskvenser

- Med hög BW "ser" receptorn fler frekvenser
 - Ger mer brus. Signalen är oförändrad
 - Alltså! Mindre SNR
- Låg BW leder till känslighet för "felaktiga" frekvenser \Rightarrow felkodning i frekvensled
 - "felaktiga" frekvenser kommer från susceptibilitetsskillnader och kemiskt skift

Spinn-Eko (SE)

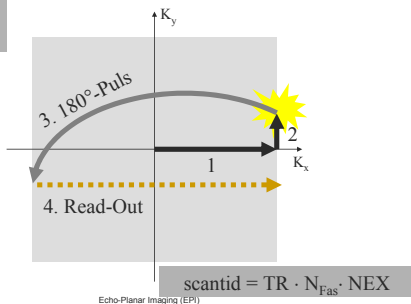
Signalkodning



Spinn-Eko (SE)

k-space travel

ett eko per excitation

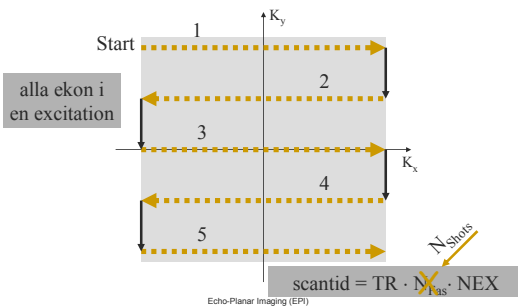


Hur kan vi samla in k -space snabbare?

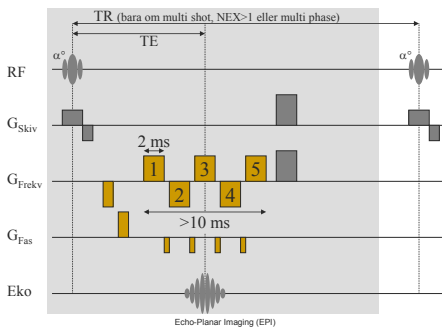
- Vi kan samla in flera rader (ekon) i k -space per excitation. Kanske till och med hela k -space i en excitation (single shot)

Echo-Planar Imaging (EPI)

Single shot EPI Signalinsamling k -space travel

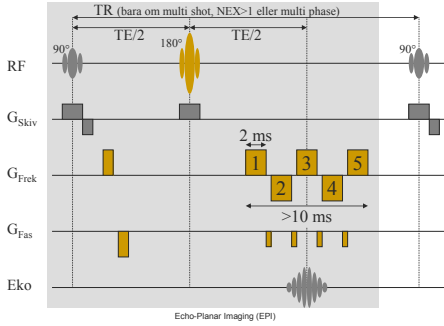


Gradient spoiled Gradient-Eko EPI Signalkodning



Spinn-Eko EPI

Signalkodning



Varför låter det *BLIPP BLIPP BLIPP*?

- Titta på frekvenskodningsgradienten - hur den svänger från plus till minus med en viss frekvens. Hur snabbt den svänger beror på med vilken BW (i frekvenskodningsriktningen) vi samlar in våra ekon
 - I vårt fall med en frekvens på cirka $1/4 \text{ ms} = 250 \text{ Hz}$
 - I praktiken går det ofta lite snabbare \Rightarrow högre frekvens
 - Vi hör alltså "ryckningarna" i gradientspolarna

Echo-Planar Imaging (EPI)

Varför är bilden distorderad?

- Titta på hur sakta det går att samla in *k-space* i faskodningsriktningen. Det vill säga låg BW i den riktningen
 - I vårt fall cirka 10 ms men i praktiken tar det cirka 5 gånger så lång tid
 - Låg BW \Rightarrow känslighet för "felaktiga" frekvenser \Rightarrow felkodning

Echo-Planar Imaging (EPI)

Varför inte fett och vatten i samma EPI bild?

- Vid 1.5 T har fett och vatten ett kemiskt skift på cirka 220 Hz
 - BW i faskodningsled för single shot EPI är antalet k -space rader per eko insamlingstid, cirka $128/50 \text{ ms} = 2.56 \text{ kHz}$ ($\pm 1.28 \text{ kHz}$)
 - Felkodning i bild: $220 \text{ Hz}/2.56 \text{ kHz} \approx 9 \%$
 - Fett och vatten skulle alltså koda till väsentligen olika platser i faskodningsled i bilden
- Lösning
 - Excitera bara det ena eller det andra; fett *eller* vatten

Echo-Planar Imaging (EPI)

Varför signalförlust nära luftkaviteter?

- Nära övergångar mellan luft och vävnad förekommer susceptibilitetsstörningar
 - leder till "felaktiga" frekvenser
 - "felaktiga" frekvenser leder till urfasning av signalen i T_2^* känsliga sekvenser såsom EPI (både GE-EPI och SE-EPI)
 - urfasning av signalen \Rightarrow signalförlust

Echo-Planar Imaging (EPI)

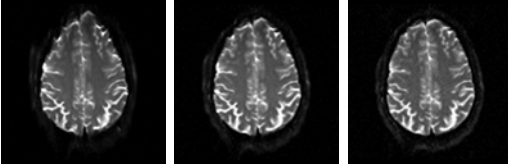
Är EPI en ersättare till vanliga sekvenser?

- Nej knappast till vanliga kliniska *anatomiska* bilder
- Men för *fysiologiska* studier har metoden stor potential
- EPI kan med fördel användas för diffusionsmätningar, perfusionsmätningar och funktionella studier

Echo-Planar Imaging (EPI)

Olika Bandbredd

SE-EPI



$BW_{\text{Frekv}} = \pm 31.3 \text{ kHz}$
 $BW_{\text{Fas}} = \pm 0.28 \text{ kHz}$

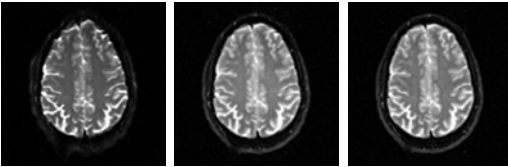
$BW_{\text{Frekv}} = \pm 62.5 \text{ kHz}$
 $BW_{\text{Fas}} = \pm 0.56 \text{ kHz}$

$BW_{\text{Frekv}} = \pm 84.0 \text{ kHz}$
 $BW_{\text{Fas}} = \pm 1.1 \text{ kHz}$

Echo-Planar Imaging (EPI)

Olika antal Shots

SE-EPI



1 Shot

$BW_{\text{Frekv}} = \pm 62.5 \text{ kHz}$
 $BW_{\text{Fas}} = \pm 0.56 \text{ kHz}$

4 Shots

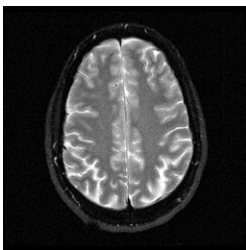
$BW_{\text{Frekv}} = \pm 62.5 \text{ kHz}$
 $BW_{\text{Fas}} = \pm 1.1 \text{ kHz}$

8 Shots

$BW_{\text{Frekv}} = \pm 62.5 \text{ kHz}$
 $BW_{\text{Fas}} = \pm 2.0 \text{ kHz}$

Echo-Planar Imaging (EPI)

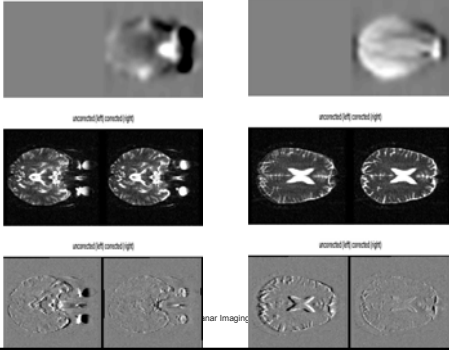
SE eller SE-EPI?



TR = 5 s
TE = 80 ms
FOV = 22x22 cm²
MATRIS = 256x256
SLTH = 5 mm
NEX = 2
SHOTS = 16
Ramp-Sampling
 $BW_{\text{Frekv}} = \pm 80.0 \text{ kHz}$
 $BW_{\text{Fas}} = \pm 3.9 \text{ kHz}$

Echo-Planar Imaging (EPI)

Susceptibility correction



Susceptibility correction

