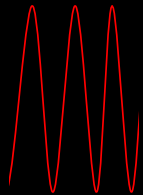
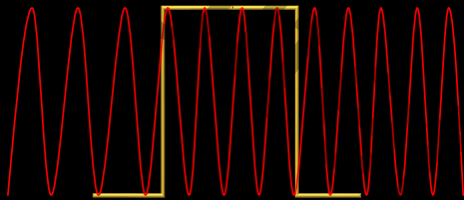


О ПУЛСНИМ СЕКВЕНЦИЈАМА НАПРЕДНЕ МР СЕКВЕНЦИЈЕ

10.04.2023.

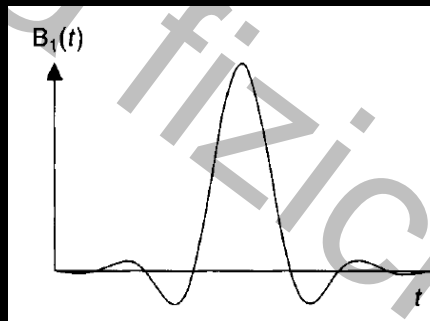
ФФХ-МАС-Магнетно-резонантни имиџинг

ПУЛС У РЕЖИМУ ИЗБОРА ПРЕСЕКА

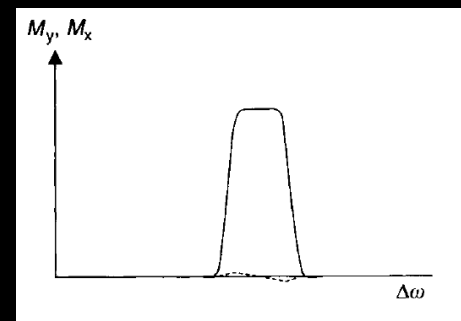


$$M_{xy} = M_0 e^{-i\gamma B_0 t} e^{-i\gamma G_z t_s z} e^{-i\gamma G_y t_f y} e^{-i\gamma G_x t_n x}$$

$\Theta = 30^\circ$

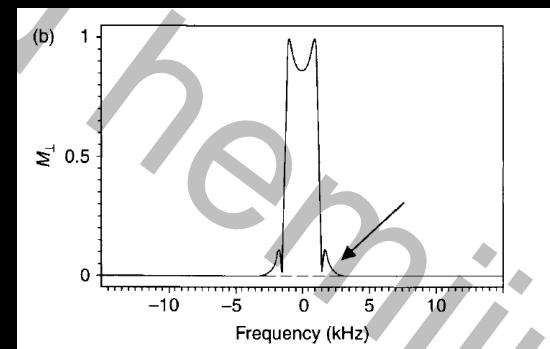


FT

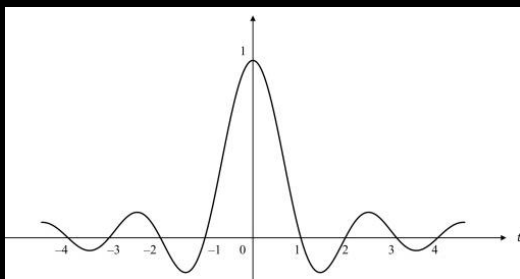


$\Theta = 130^\circ$

FT

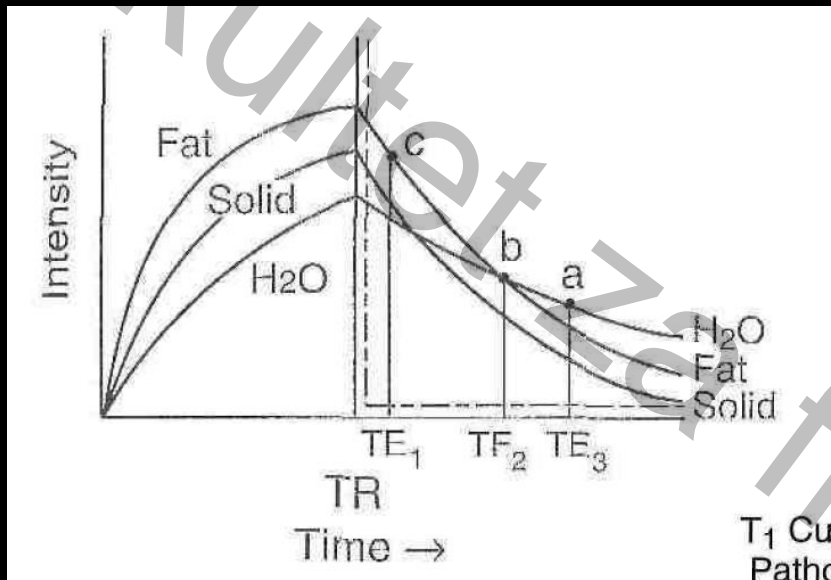


sinc

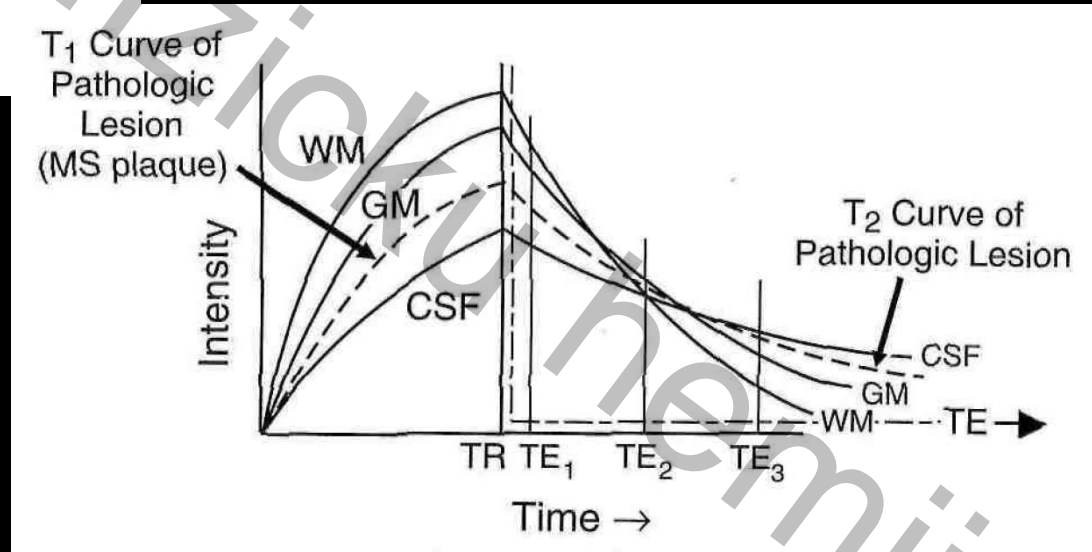
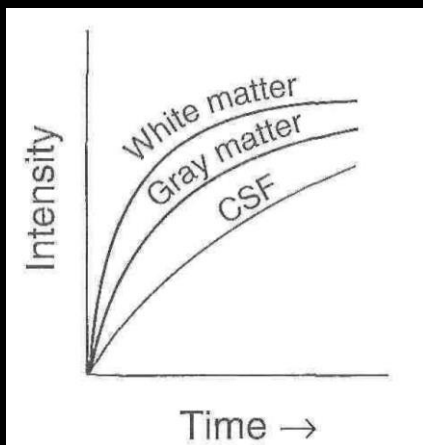


+ Hanning/Hamming
филтер

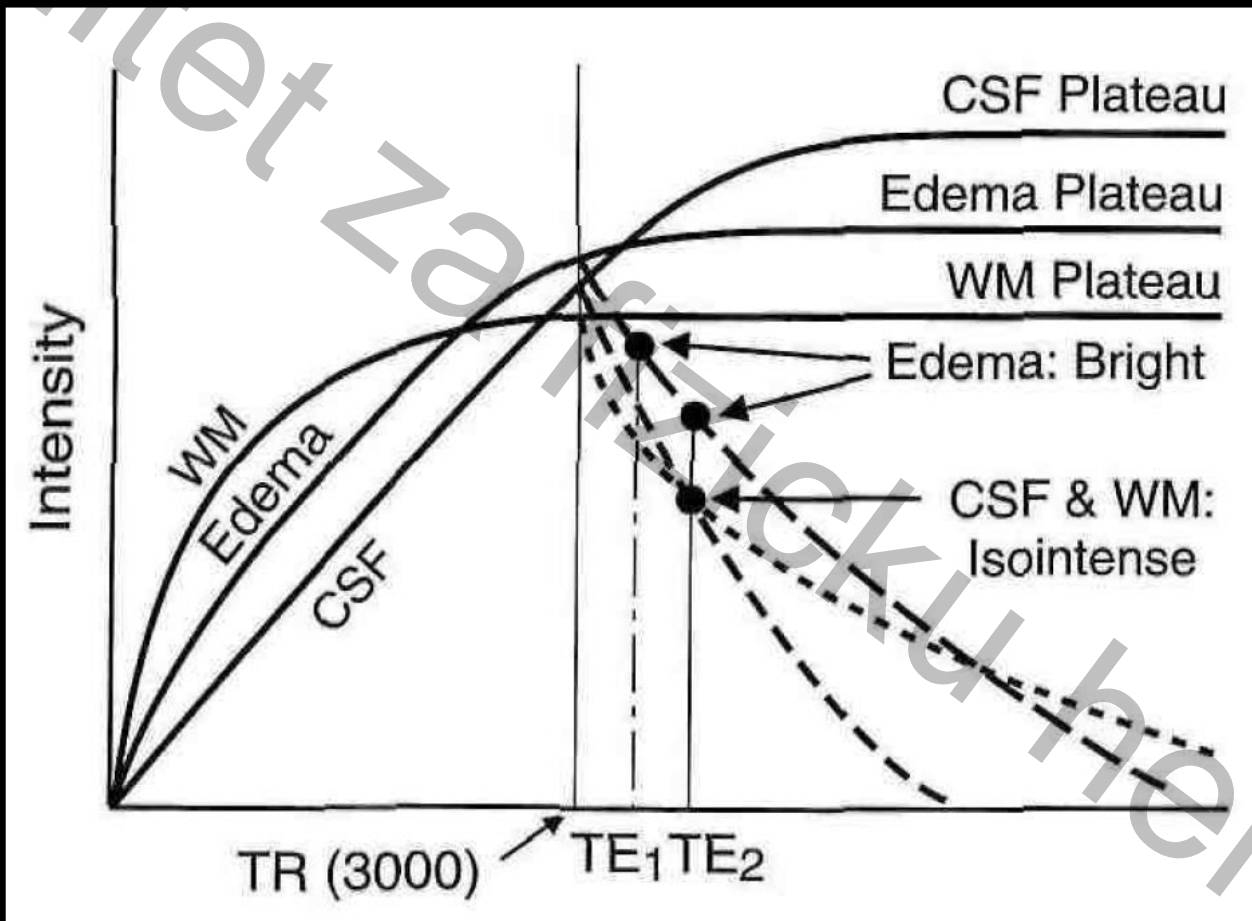
АДАПТАЦИЈА ПАРАМЕТАРА КОД СПИН ЕХО СЕКВЕНЦИЈЕ



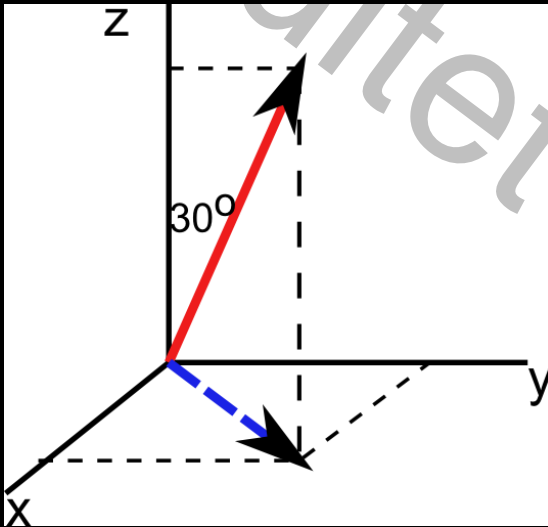
- $\Omega_{rk} \gg \omega_0$ ВОДА
- $\Omega_{rk} \approx \omega_0$ МАСТ
- $\Omega_{rk} < \omega_0$ ТКИВО



АДАПТАЦИЈА ПАРАМЕТАРА КОД СПИН ЕХО СЕКВЕНЦИЈЕ (2)



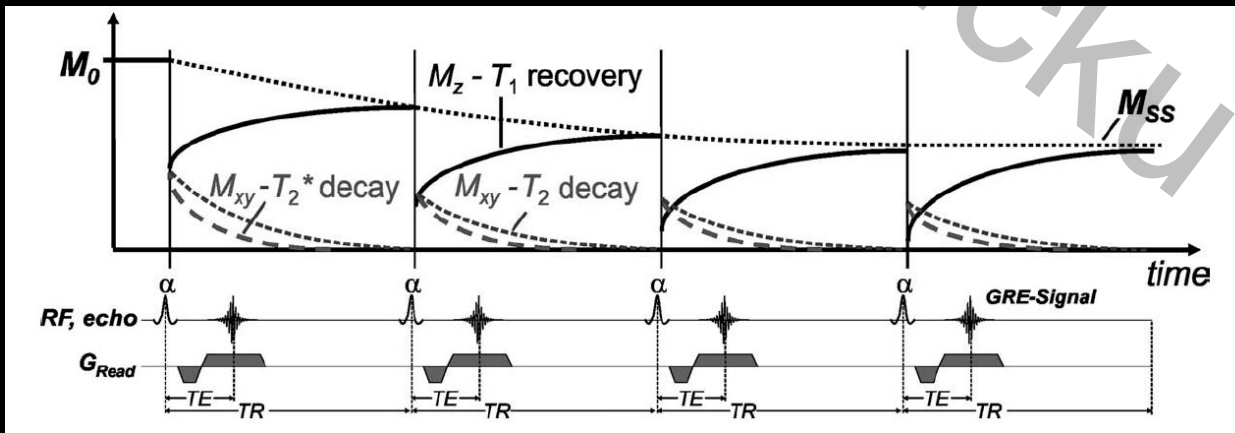
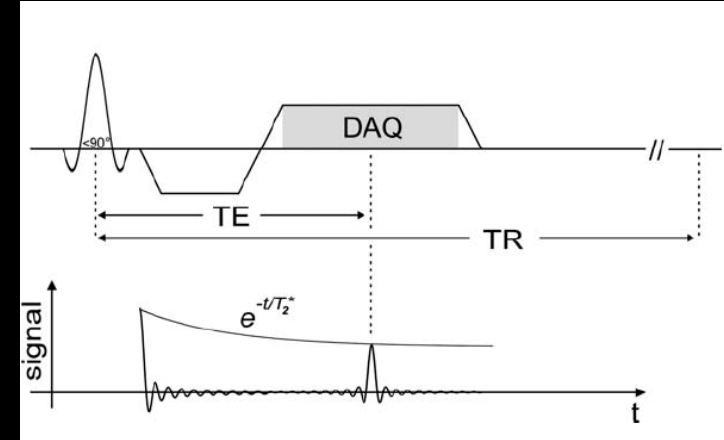
ВИШЕ О ГРАДИЈЕНТ ЕХО СЕКВЕНЦИЈАМА



$$M_{xy} = M \sin(30^\circ) = 0,5$$

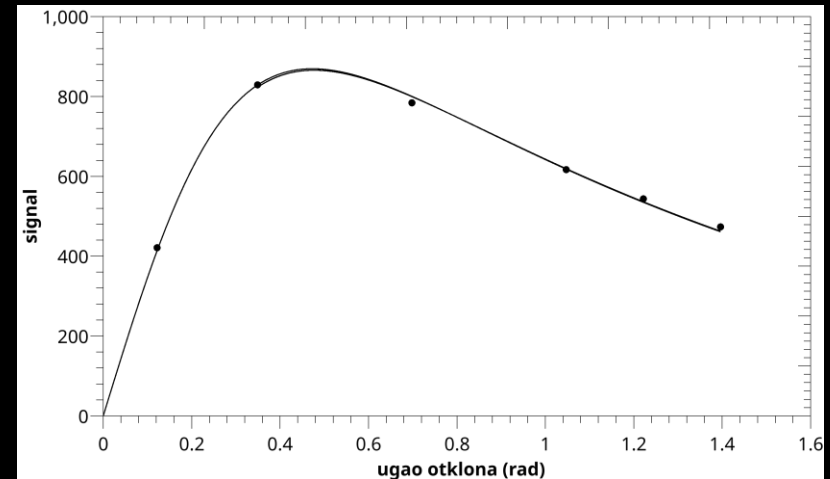
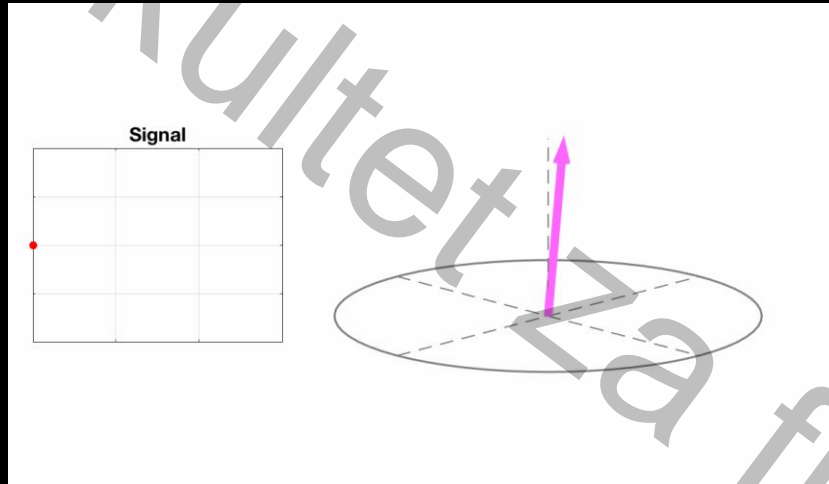
$$M_z = M \cos(30^\circ) = 0,86$$

$$TR < T_1 \quad TR \gg T_2$$



Доминантно T1 контраст

ВИШЕ О ГРАДИЈЕНТ ЕХО СЕКВЕНЦИЈАМА

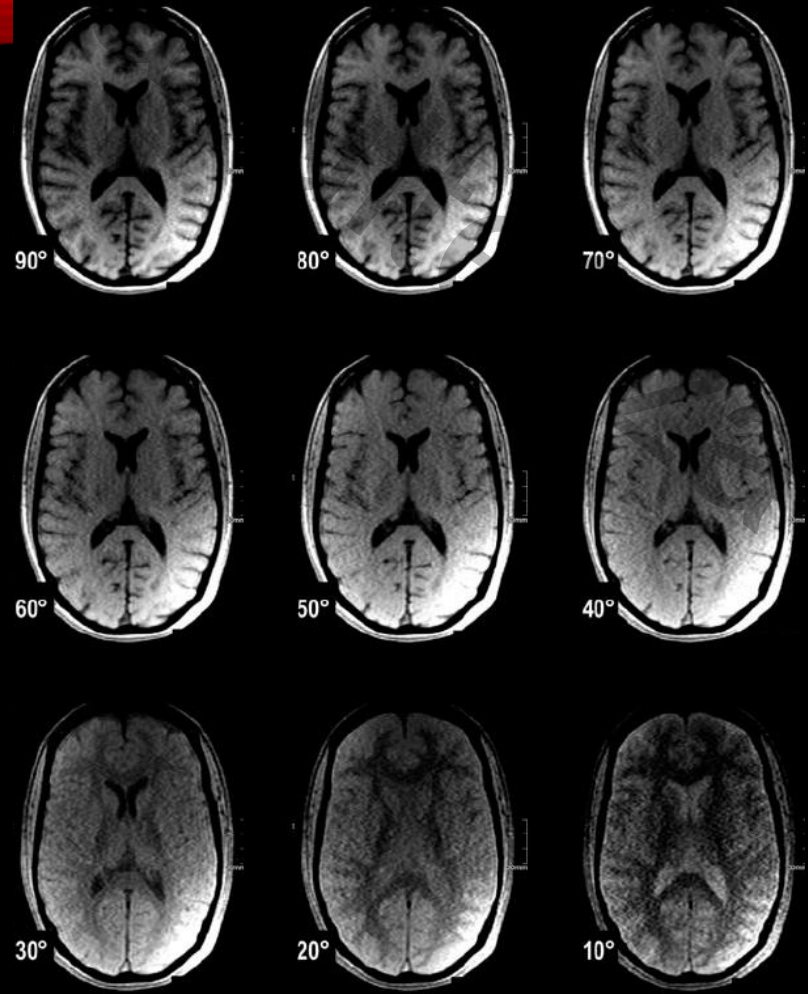


- Максимални сигнал (одговара M_{ss})

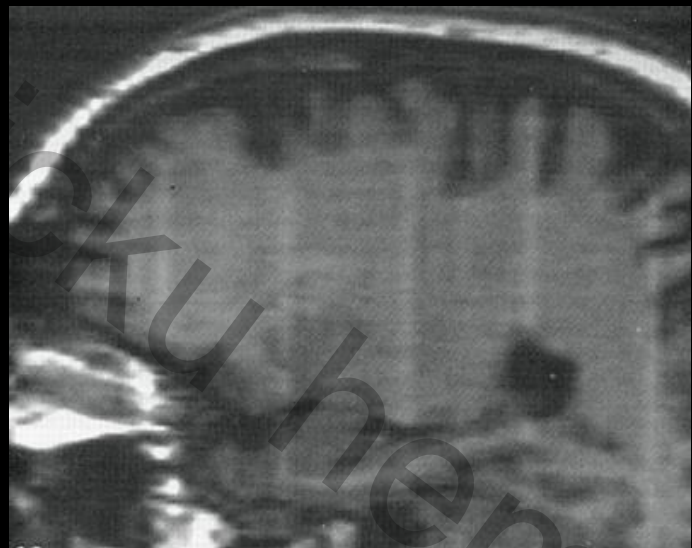
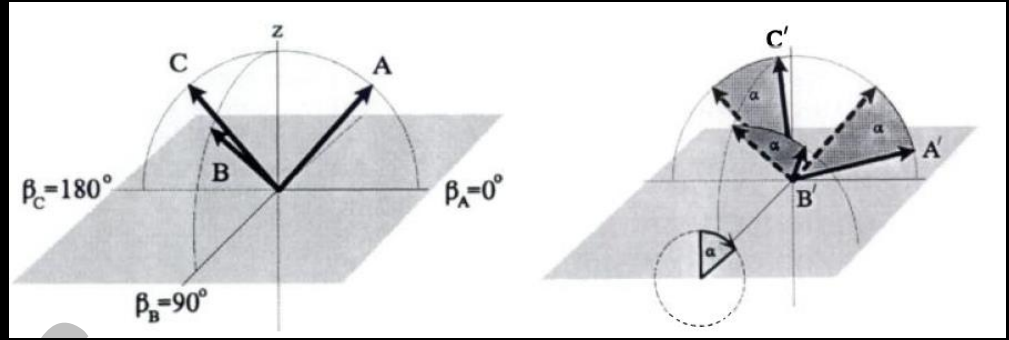
$$M_{ss} = M_0 \frac{1 - e^{-\frac{TR}{T_1}}}{1 - e^{-\frac{TR}{T_1}} \cos \alpha} \quad \text{Ернстова једначина}$$

- Угао отклона при коме се добија максимални сигнал (за дату врсту протона)

$$\alpha = \arccos \left(e^{-\frac{TR}{T_1}} \right)$$

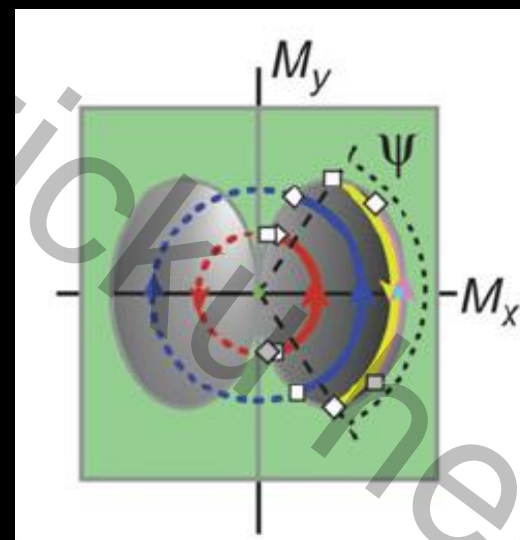
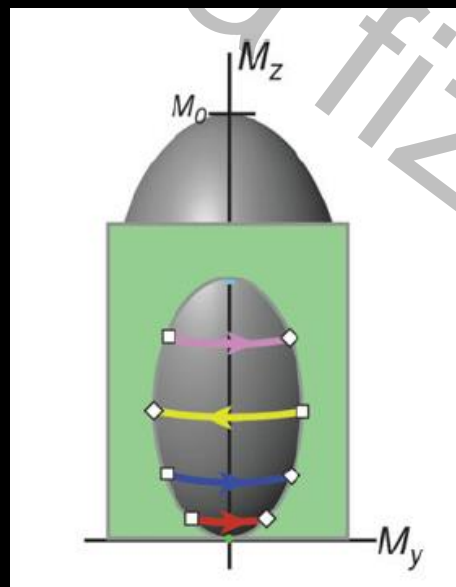
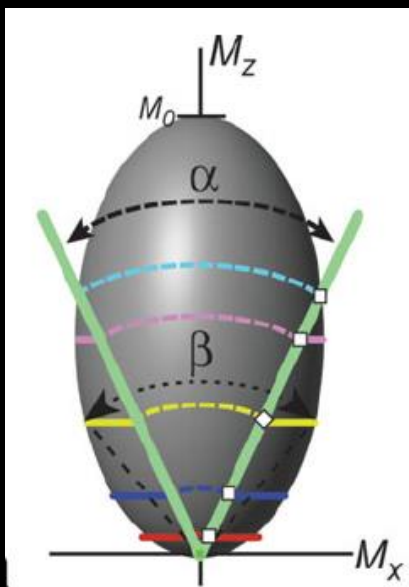
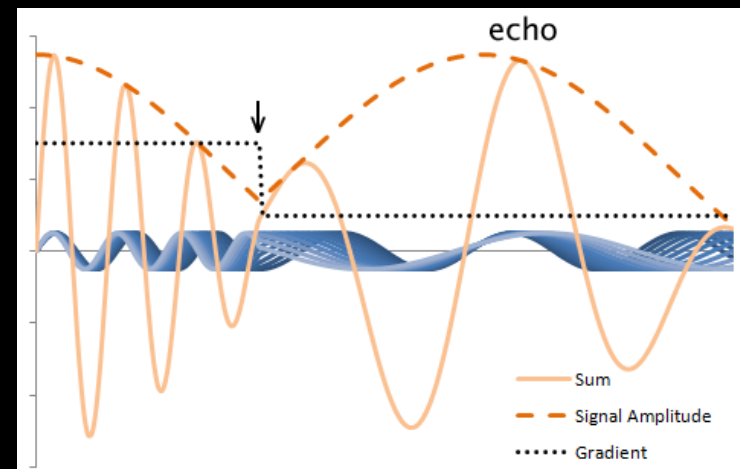


Проблем-Кластеризација фазних помераја



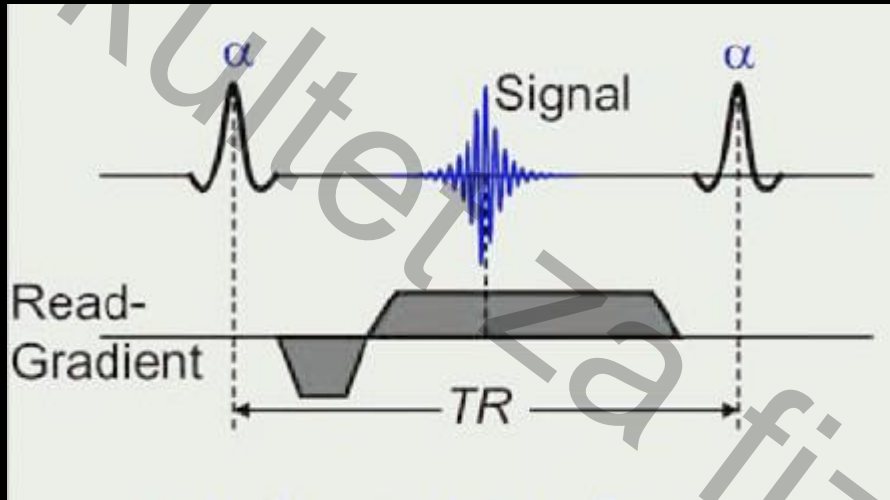
STEADY STATE ГРАДИЈЕНТ ЕХО TR<T2

- Небалансиран градијент ехо
- „spoiled” градијент ехо
- Потпуно балансиран градијент ехо



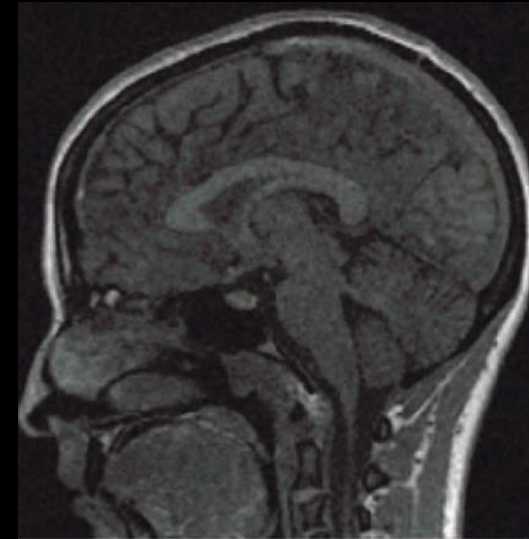
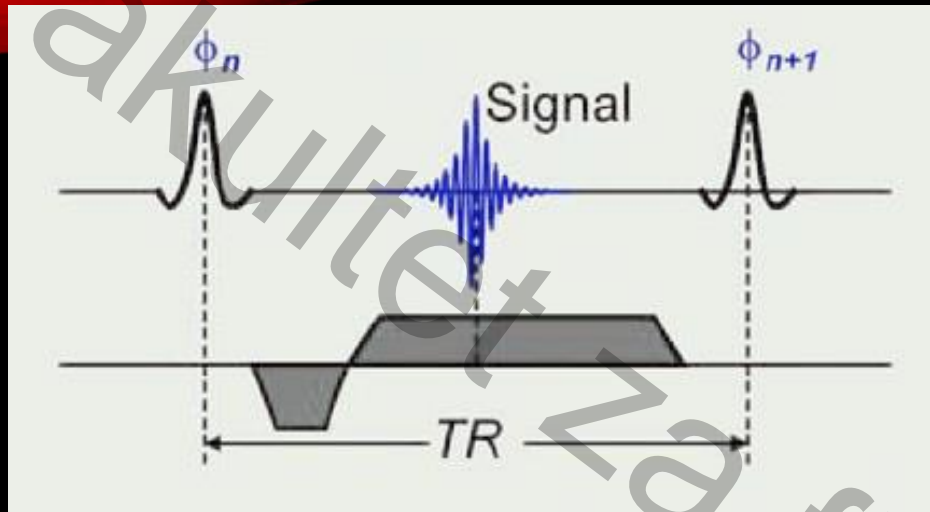
Сигнал зависи од T1, T2, α ...)

НЕБАЛАНСИРАНИ ГРАДИЈЕНТ ЕХО (НЕКОХЕРЕНТНИ ЕХО)



- Некомплетна елиминација трансверзалне магнетизације последица је константне амплитуде градијента и утиче да контраст зависи од $T2/T1$
- Ово је могуће ублажити применом варирајуће амплитуде градијента – амплитуда градијента варира од TR до TR времена.
- Сигнал сличан оном код класичног GE
- Практично се не користи у рутинском MR имиџингу. Поред тога мана су in flow ефекти

RF SPOILED GE (SSFP РЕЖИМ)

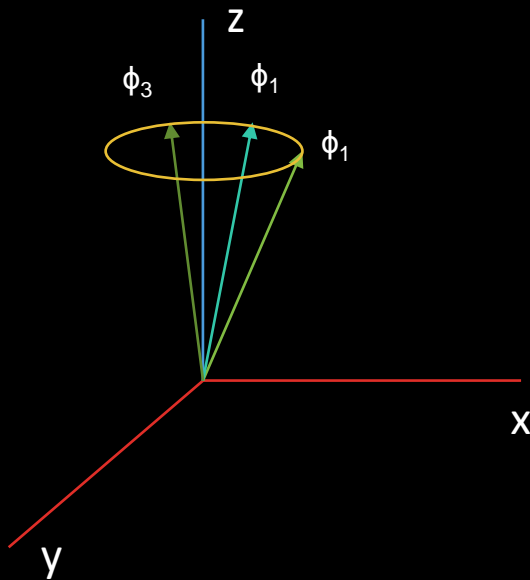


Обезбеђује задовољавајући T1 контраст за кратко TR

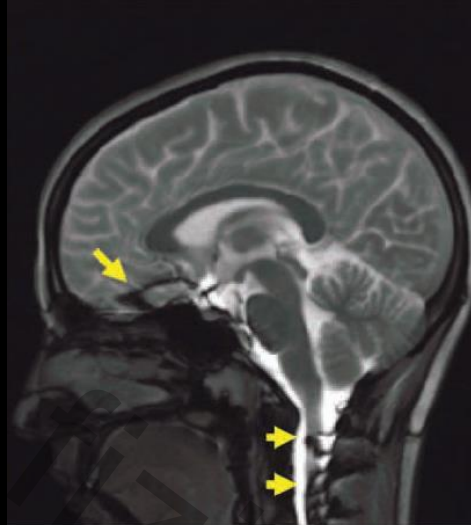
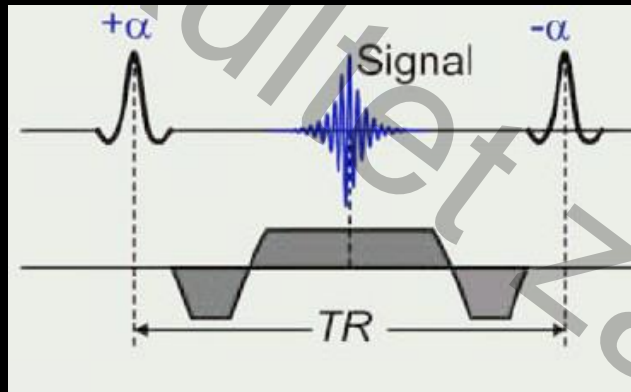
Насумичан избор фазе доводи до нестабилности у сигналу. Стога се примењује квадратна шема

$$\phi_n = n(n - 1) \frac{\kappa}{2}$$

К је цели број



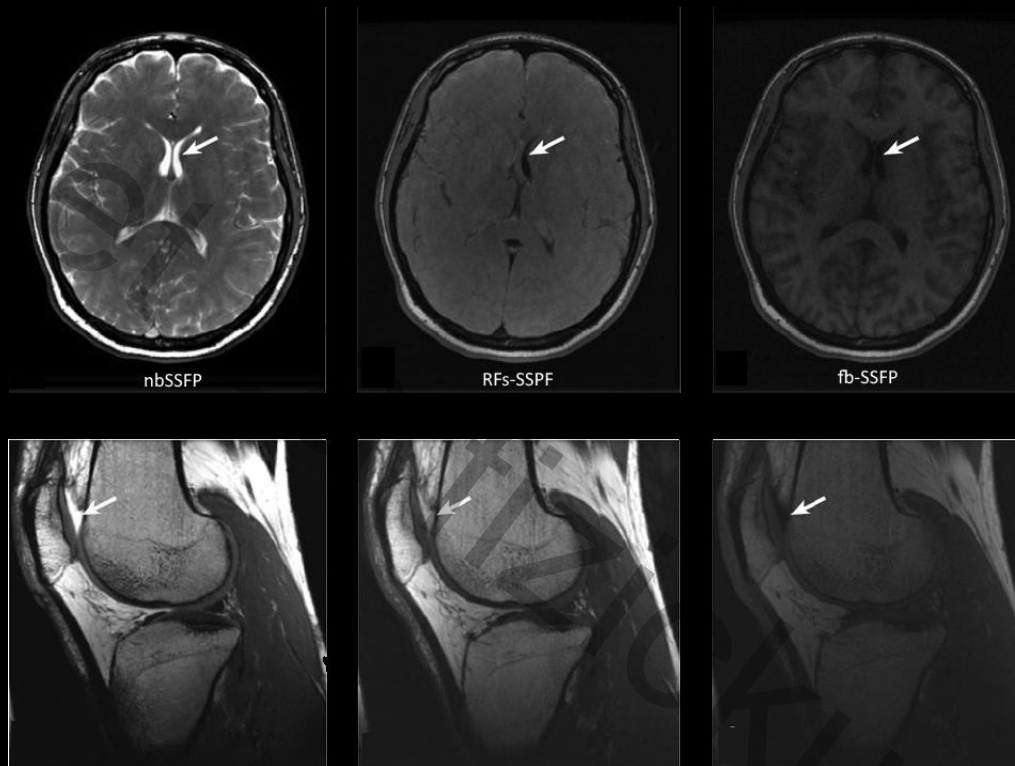
ПОТПУНО БАЛАНСИРАНИ GE SSFP РЕЖИМ



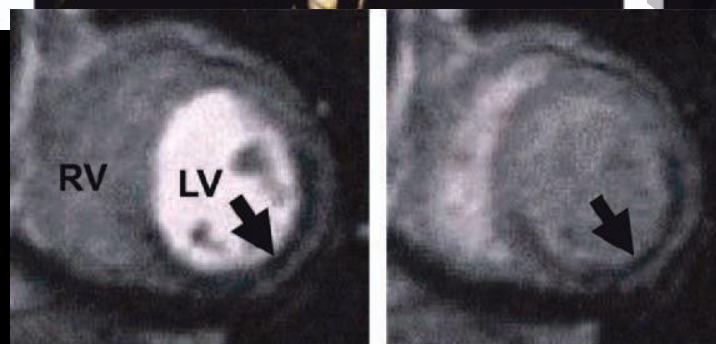
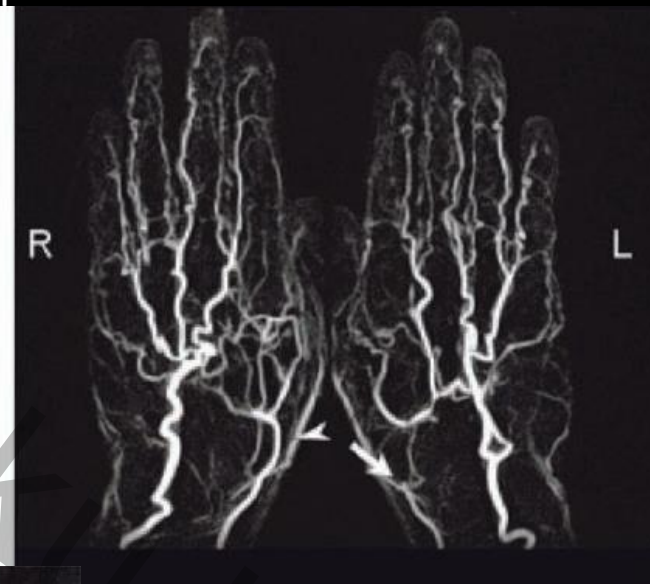
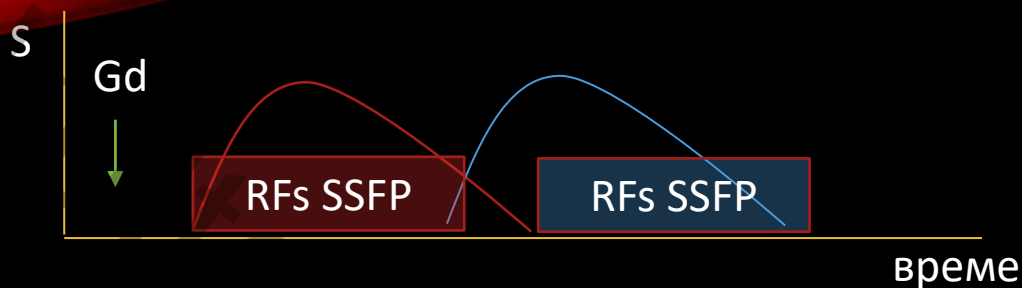
Због осетљивости на
нехомогеност B_0
чешће се примењује
на 1,5 T

- Ефикасно рефокусирање steady state магнетизације
- Осетљива на локалне нехомогености магнетног поља
- Захтева оптималан шим.
- Квалитет слике опада са порастом TR
- Осетљива на стабилност SSFP

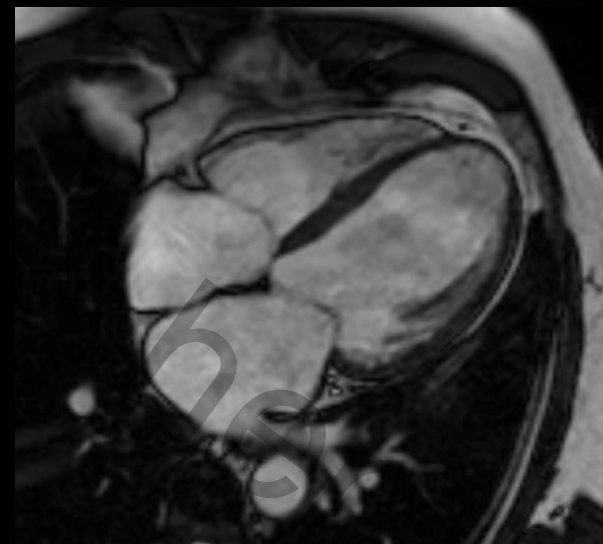
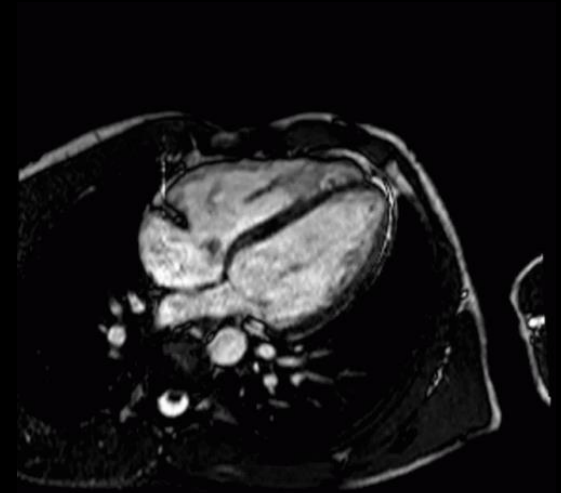
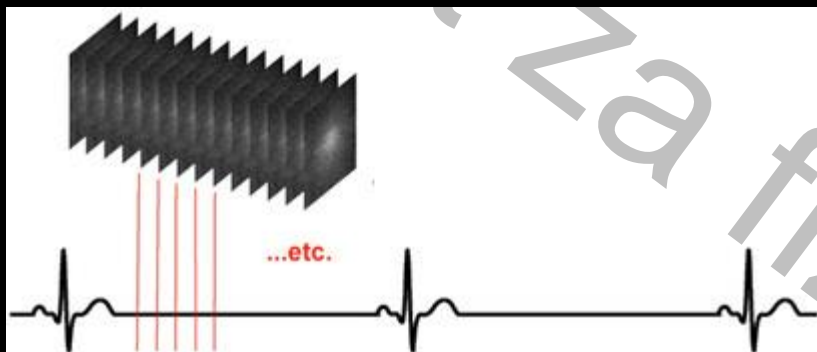
ПОРЕЂЕЊЕ SSFP ВАРИЈАНТИ



ПРИМЕНЕ RF SPOILED GE



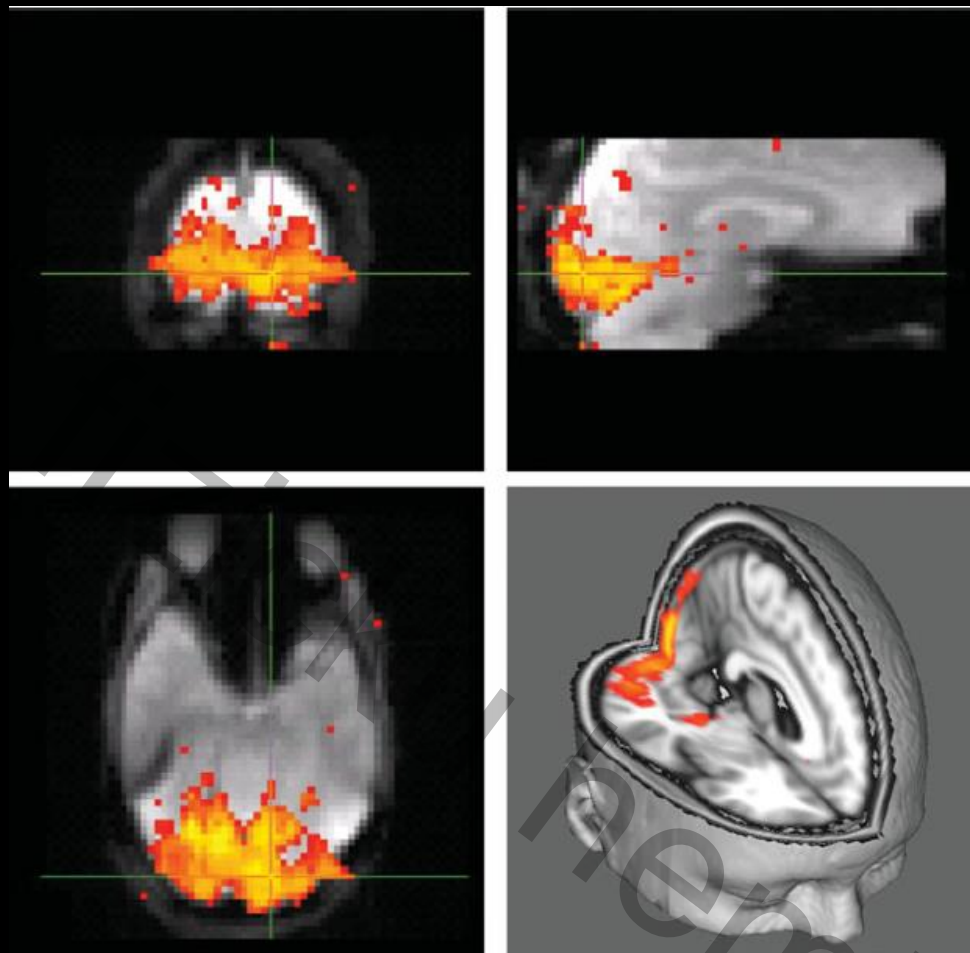
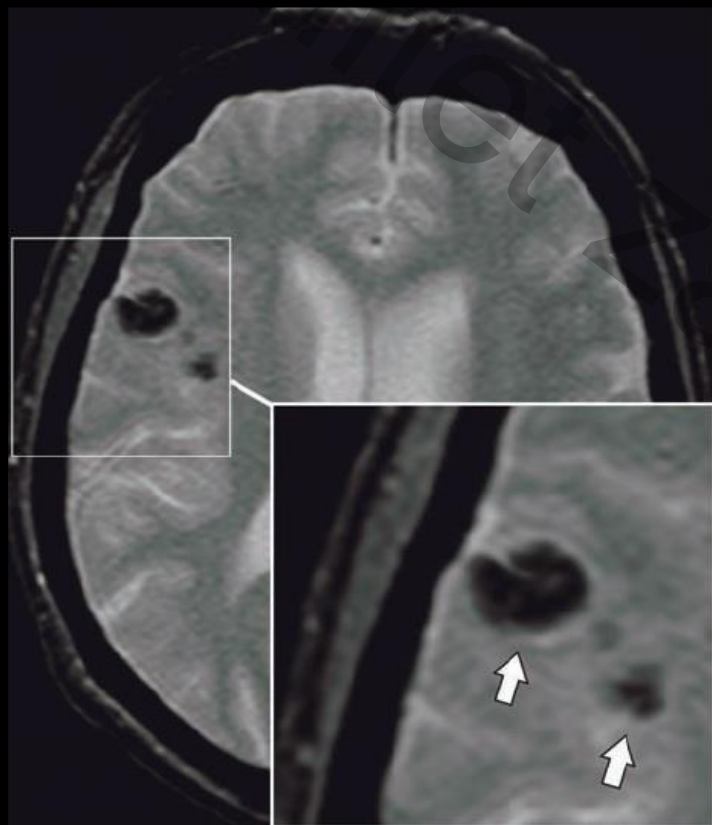
ПРИМЕНЕ BSSFP



ПРИ ДУЖИМ ТЕ – ПОТЕНЦИРАЊЕ

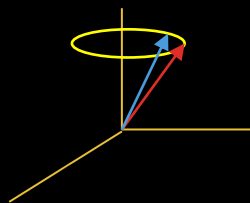
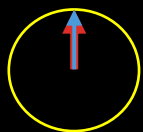
T_2^*

fMRI

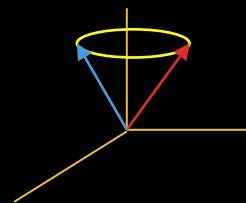


T_2^* GRE

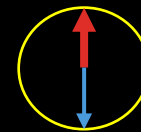
PHASE IN, PHASE OUT



in phase



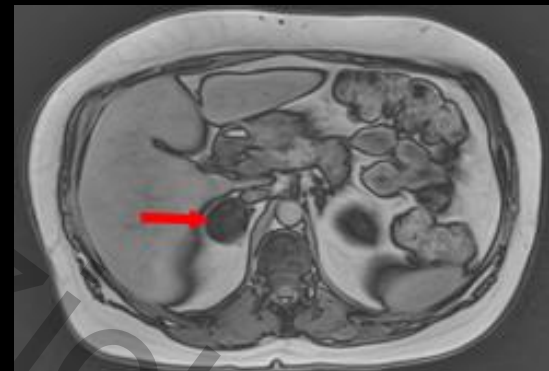
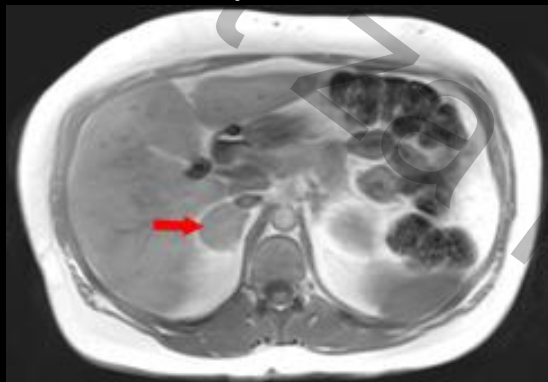
out phase



вода
маст

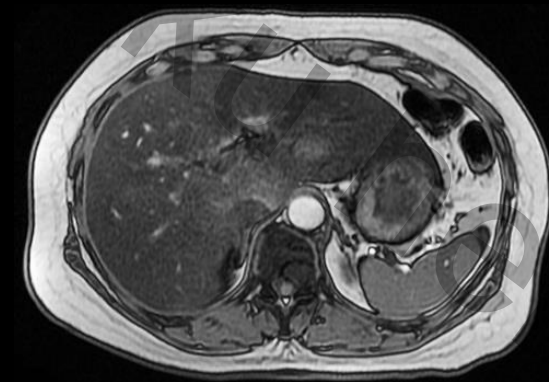
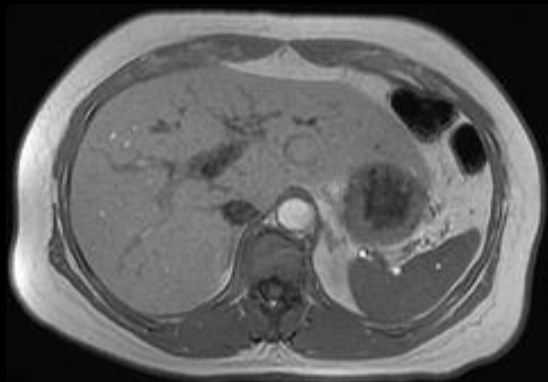
TE=4,4 ms

аденом

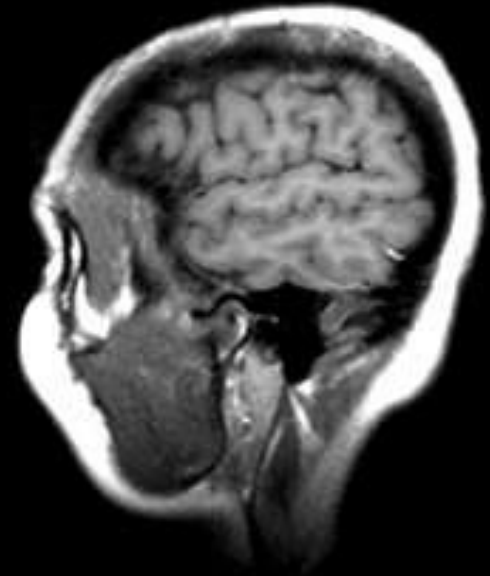
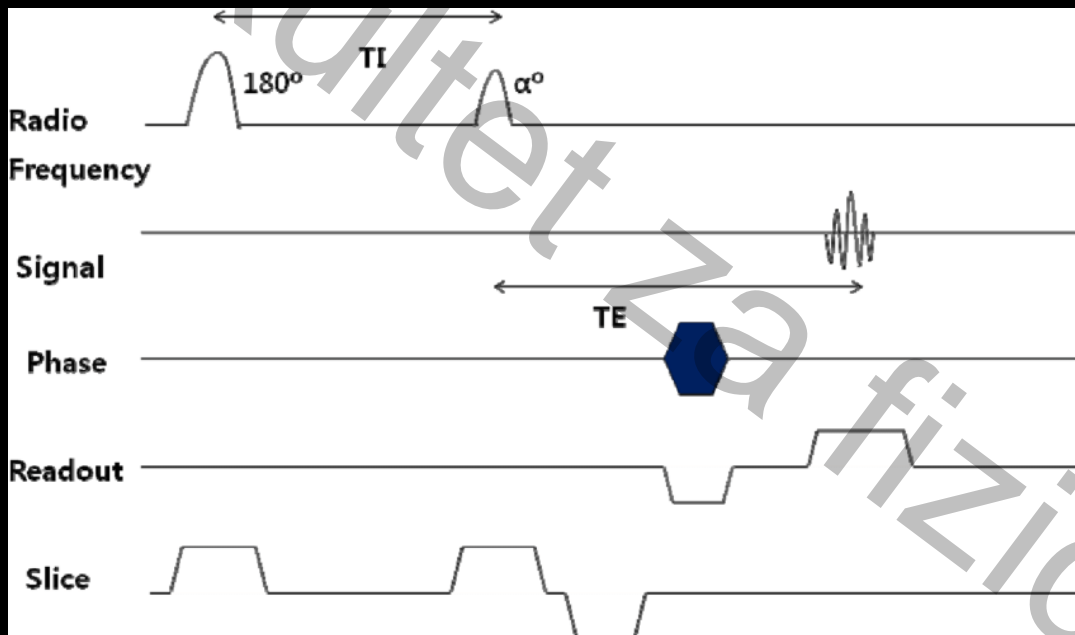


TE=2,2 ms

стеатоза



MP-GRE



ПРЕГЛЕД НАЗИВА ПУЛСНИХ СЕКВЕНЦИЈА НА РАЗЛИЧИТИМ МРИ УРЕЂАЈИМА

Type of sequence	Philips	Siemens	GE	Hitachi	Toshiba
Spin Echo (SE)	SE	SE	SE	SE	SE
Multi echo SE	Multi SE	Multi écho MS	SE	SE	Multi écho
Fast SE	Turbo SE	Turbo SE	Fast SE	Fast SE	Fast SE
Ultra fast SE	SSH-TSE UFSE	SSTSE HASTE	SS-FSE	FSE - ADA	(Super)FASE DIET
IR	IR IR TSE	IR/IRM TurboIR/TIRM	IR FSE-IR	IR FIR	IR Fast IR
STIR	STIR STIR TSE	STIR Turbo STIR	STIR Fast STIR	STIR Fast STIR	STIR Fast STIR
FLAIR	FLAIR FLAIR TSE	FLAIR Turbo FLAIR	FLAIR Fast FLAIR	FLAIR Fast FLAIR	FLAIR Fast FLAIR
Gradient echo (GE)	FFE	GRE	GRE	GE	FE
Spoiled GE	T ₁ -FFE	FLASH	SPGR MPSPGR	RSSG	RF-spoiled FE
Ultra fast GE	T ₁ -TFE T ₂ -TFE THRIVE	TurboFLASH VIBE	FGRE Fast SPGR FMPSGR VIBRANT FAME LAVA	SARGE	Fast FE RADIANCE QUICK 3D
Ultrafast GE with magnetization preparation	IR-TFE	T ₁ /T ₂ -TurboFLASH	IR-FSPGR DE-FSPGR		Fast FE
Steady state GE	FFE	FISP	MPGR, GRE	TRSG	FE
Contrast enhanced steady state GE	T ₂ -FFE T ₂	PSIF	SSFP		FE
Balanced GE	Balanced FFE	Turbo FISP	FIESTA	BASG	True SSFP
SE-Echo planar	SE-EPI	EPI SE	SE EPI	SE EPI	SE EPI
GE-Echo planar	FFE-EPI TFE-EPI	EPI Perf EPIFI	GRE EPI	SG-EPI	FE-EPI
Hybrid echo	GRASE	TGSE			Hybrid EPI