

---

# Ydinspinien tarkka kääntäminen magneettisella pulssimuotokytkenällä

Santra Uusitalo

Aihe-esittely 30.11.2022

ohjaaja DI Koos Zevenhoven, valvoja Prof. Nuutti Hyvönen

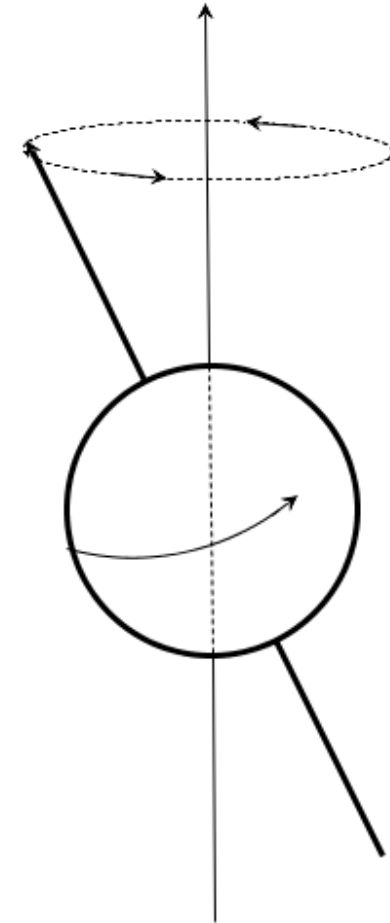
---

---

# Tausta 1/3

- Perustuu ydinspinin käyttäytymiseen magneettikentässä
- Ulkoisessa magneettikentässä ytimet alkavat prekessoida, eli pyörimisliikkeen akseli alkaa pyöriä kentän ympäri
- Prekessioliikkeen taajuus tunnetaan Larmor-taajuutena

$$\omega_0 = \gamma B_0$$



---

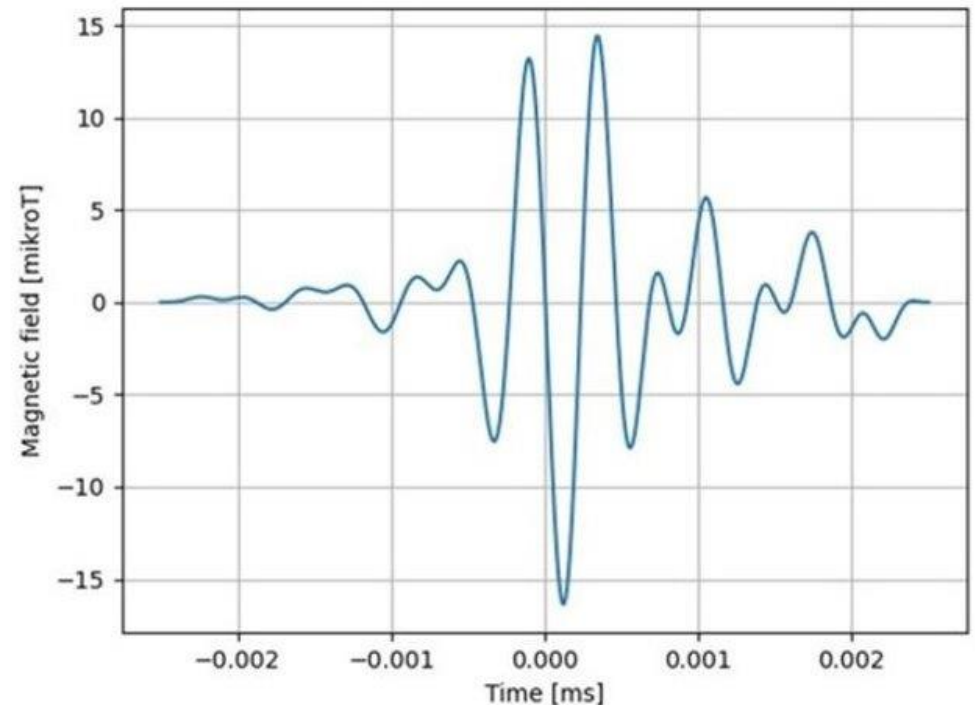
# Tausta 2/3

- Magneettikenttäpulsseilla voidaan siis kääntää ydinten spinejä.
- Kun ytimet asetetaan gradienttikenttään, voidaan hiukkasen paikka lukea sen Larmor-taajuudesta.
- Gradienttikenttä on kenttä, jonka suuruus avaruuden pisteissä ei ole vakio.

---

# Tausta 3/3

- Ytimiä käännetään useampaan kertaan eri pulsseilla, eli pulssisekvenssillä.
- Tässä työssä käytetyt kentät ja pulssit:
  - Staattinen kenttä
  - Gradienttikenttä
  - 90 asteen virityspulssi
  - 180 asteen virityspulssi



---

# Tavoitteet

- Mahdollisimman hyvien pulssien tuottaminen:
  - Ideaalisen tapauksen simuloiminen
  - Optimoitavan funktion rakentaminen
  - Pulssin keston ja amplitudin minimointi

---

# Rajaukset

- Työ tuotetaan Aalto-yliopiston neurotieteen ja lääketieteellisen tekniikan laitoksen MEG-MRI-työryhmälle.
- Käytössä ultramatalan kentän magneettikuvauslaite (ULF-MRI).
- Ryhmä pyrkii yhdistämään magnetoenkefalografian (MEG) ja magneettikuvauksen.
- Henkilökohtaisena tehtävänä tuottaa 90 ja 180 astetta spinejä kääntävät virityspulssit.

---

# Työkalut

- Tutkimus toteutetaan ohjelmoimalla
- Käytössä Python ja scipy-paketin optimointifunktiot

---

# Tavoiteaikataulu

- 30.11.2022 Aihe-esittely
- 1.1.2023 Tulokset valmiina
- 20.1.2023 Kandiesitys
- Kevät 2023 Työ valmis



---

# Viitteet ja aineistot

K. C. Zevenhoven, A Compact Introduction to Magnetic Resonance Imaging - a Lightly Theoretical Approach, NBE, Aalto University, Course Tfy-99.7280 2016

M. A. Bernstein et al., Handbook of MRI pulse sequences, Publisher: Elsevier 2004

R. W. Brown et al., Magnetic resonance imaging: physical principles and sequence design, Publisher: John Wiley & Sons 2014

Mark E. Ladd et al., Pros and cons of ultra-high-field mri/mrs for human application. Progress in nuclear magnetic resonance spectroscopy, 109:1–50, 2018

Andrei N. Matlachov et al., Squid detected nmr in microtesla magnetic fields. Journal of Magnetic Resonance, 170(1):1–7, 2004.