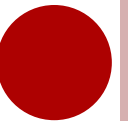


❖ ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট,
ময়মনসিংহ ।
কোডঃ ৫৭০৬৭

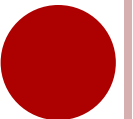
❖ টেকনোলজির নামঃ ইলেকট্রোমেডিক্যাল
❖ টেকনোলজির কোডঃ ৮৬

সবাইকে শুভেচ্ছা



শিক্ষক পরিচিতি

- মো: মাহমুদুল হাসান সুমন
 - পদবি: জুনিয়র ইন্সট্রাক্টর
 - টেকনোলজি: ইলেকট্রোমেডিক্যাল
- ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট,
 - ময়মনসিংহ ।

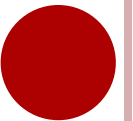


বিষয় পরিচিতি

পর্ব : ৬ষ্ঠ

বিষয়ঃ রেডিওলজি অ্যান্ড ইমেজিং ইকুইপমেন্ট

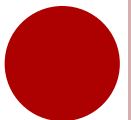
বিষয় কোডঃ ৬৮৬৬২



১ম অধ্যায়ঃ রেডিওলজি অনুধাবন

সূচীপত্র

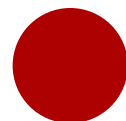
- রেডিওলজি ও রেডিওগ্রাফির সংজ্ঞা
- রেডিওলজির প্রকারভেদ
- রেডিওলজি ও রেডিওগ্রাফির –এর মধ্যে পার্থক্য
- ডায়াগনস্টিক এবং ইন্টারভেনশনাল রেডিওলজির ব্যাখ্যা
- রেডিওগ্রাফির বিভিন্ন ব্যবহারিক ক্ষেত্র



২য় অধ্যায়ঃ এক্স-রে অনুধাবন

সূচীপত্র

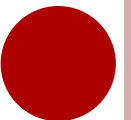
- এক্স-রে এর সংজ্ঞা
- এক্স-রে এর প্রকৃতি বর্ণনা
- এক্স-রে এর গুণাগুণ বর্ণনা
- এক্স-রে ফান্ডামেন্টাল ব্যাখ্যা
- এক্স-রে উৎপাদনের কৌশল বর্ণনা



৩য় অধ্যায়ঃ এক্স-রে মেশিন অনুধাবন

সূচীপত্র

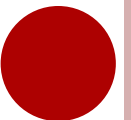
- এক্স-রে মেশিনের সংজ্ঞা
- বিভিন্ন প্রকার এক্স-রে মেশিন
- এক্স-রে মেশিনের ব্লক ডায়াগ্রাম বর্ণনা
- এক্স-রে মেশিনের ফিলামেন্ট সার্কিট ,জেনারেটিং টিউব ভোল্টেজ,এক্সপোজার টাইম বর্ণনা
- এক্স-রে জেনারেটরের kVকন্ট্রোল এবং mA কন্ট্রোল
- এক্স-রে মেশিনে ব্যবহৃত ট্রান্সফরমারের কাজ
- এক্স-রে এর দৃশ্যমান হওয়ার কৌশল



৪র্থ অধ্যায়ঃ এক্স-রে টিউব অনুধাবন

সূচীপত্র

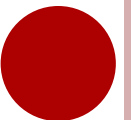
- ০ এক্স-রে টিউব এর সংজ্ঞা
- ০ বিভিন্ন প্রকার এক্স-রে টিউব
- ০ এক্স-রে টিউব এর বিভিন্ন যন্ত্রাংশ
- ০ স্টেশনারি অ্যানোড এক্স-রে টিউবের গঠন
- ০ রোটেরিং অ্যানোড এক্স-রে টিউবের গঠন
- ০ এক্স-রে টিউবের শীতলীকরণের পদ্ধতি



৫ম অধ্যায়ঃ এক্স-রে কম্পিউটেড টোমোগ্রাফি (সিটি স্ক্যানার) অনুধাবন

সূচীপত্র

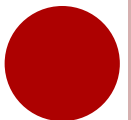
- কম্পিউটেড টোমোগ্রাফি –এর সংজ্ঞা
- কন্ট্রাস্ট স্কেল ও হাউসফিল্ড ইউনিট -এর সংজ্ঞা
- সিটি স্ক্যানিং –এর মূলনীতি
- সিটি স্ক্যানারের ব্লক ডায়াগ্রাম
- কম্পিউটেড টোমোগ্রাফিতে ব্যবহৃত ডিটেক্টর বর্ণনা
- সিটি স্ক্যানের ক্ষেত্রে রোগীর ডোজ
- মেডিক্যাল ফিল্ডে সিটি স্ক্যানারের প্রয়োগ



৬ষ্ঠ অধ্যায়ঃ এক্স-রে স্পেকট্রোমিটার অনুধাবন

সূচীপত্র

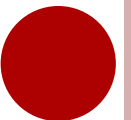
- এক্স-রে স্পেকট্রোমিটারের সংজ্ঞা
- এক্স-রে স্পেকট্রোসকপির জন্য ইন্সট্রুমেন্টেশনের জন্য মৌলিক যন্ত্রাংশ
- কলিম্যাটর ও মনোক্রোমেটর –এর সংজ্ঞা
- এক্স-রে অ্যাবজার্শন মিটার
- এক্স-রে ডিফ্রাকটোমিটার



৭ম অধ্যায়ঃ এক্স-রে ক্রিস্টালোগ্রাফি অনুধাবন

সূচীপত্র

- এক্স-রে ক্রিস্টালোগ্রাফি -এর সংজ্ঞা
- ক্রিস্টাল ও এক্স-রে এর প্রাচীন বৈজ্ঞানিক ইতিহাস
- সিঙ্গেল ক্রিস্টাল এক্স-রে ডিফ্রাকশন
- ক্রিস্টাল –এর এক্স-রে বিশ্লেষণ
- বায়োলজিক্যাল ম্যাক্রোমলিকুলার ক্রিস্টালোগ্রাফি



৮ম অধ্যায়ঃ ইমেজ প্রসেসিং পদ্ধতির কৌশল অনুধাবন

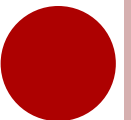
সূচীপত্র

- বায়োমেডিক্যাল ইমেজ প্রসেসিং –এর সংজ্ঞা
- ইমেজ প্রসেসিং রুম ইকুইপমেন্টসমূহের তালিকা
- ফিল্ম প্রসেসিং –এর কৌশল
- ডিজিটাল ইমেজ প্রসেসিং -এর ধাপসমূহ
- বায়োমেডিক্যাল কাজে ডিজিটাল ইমেজ প্রসেসিং -এর ব্যবহার



বায়োমেডিক্যাল ইমেজ প্রসেসিং

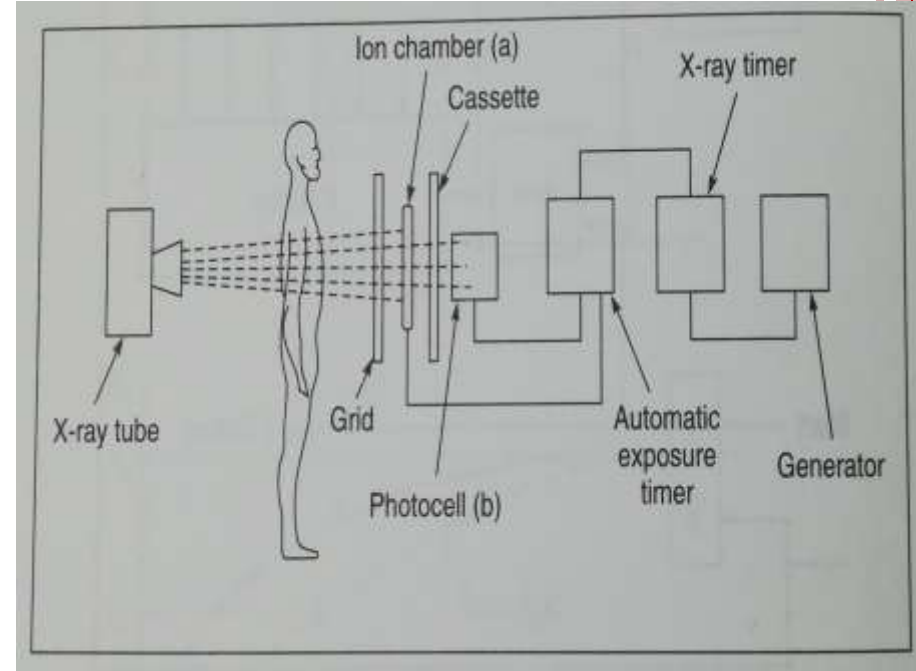
- মানবদেহের বিভিন্ন টিস্যু, অরগান বা হাড়ের অবস্থা বিশ্লেষণের জন্য দেহের ভিতর দিয়ে এক্স – রে প্রয়োগ করে তা ফটোগ্রাফি ফিল্ম বা ডিটেক্টরে ফেলা হয়। ফিল্ম বা ডিটেক্টর থেকে পরবর্তীতে বিভিন্ন কৌশলের মাধ্যমে উক্ত টিস্যু, অরগান বা হাড়ের শ্যাডো ইমেজ তৈরি করাকে বায়োমেডিক্যাল ইমেজ প্রসেসিং বলে।
- ইমেজ প্রসেসিং কৌশল মূলত ২ ধরনের , যথা-
 1. ফিল্ম বা অ্যানালগ ইমেজ প্রসেসিং
 2. ডিটেক্টর বা ডিজিটাল ইমেজ প্রসেসিং



ইমেজ প্রসেসিং রুম ইকুইপমেন্টসমূহের তালিকা

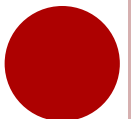
○ চিত্রানুযায়ী এক্স-রে ফিল্ম প্রসেসিং রুম ইকুইপমেন্টসমূহের তালিকা নিম্নরূপ-

1. এক্স –রে টিউব
2. গ্রিড
3. আয়ন চেম্বার
4. ক্যাসেট
5. ফটোসেল
6. অটোমেটিক এক্সপোজার টাইমার
7. এক্স –রে টাইমার
8. জেনারেটর

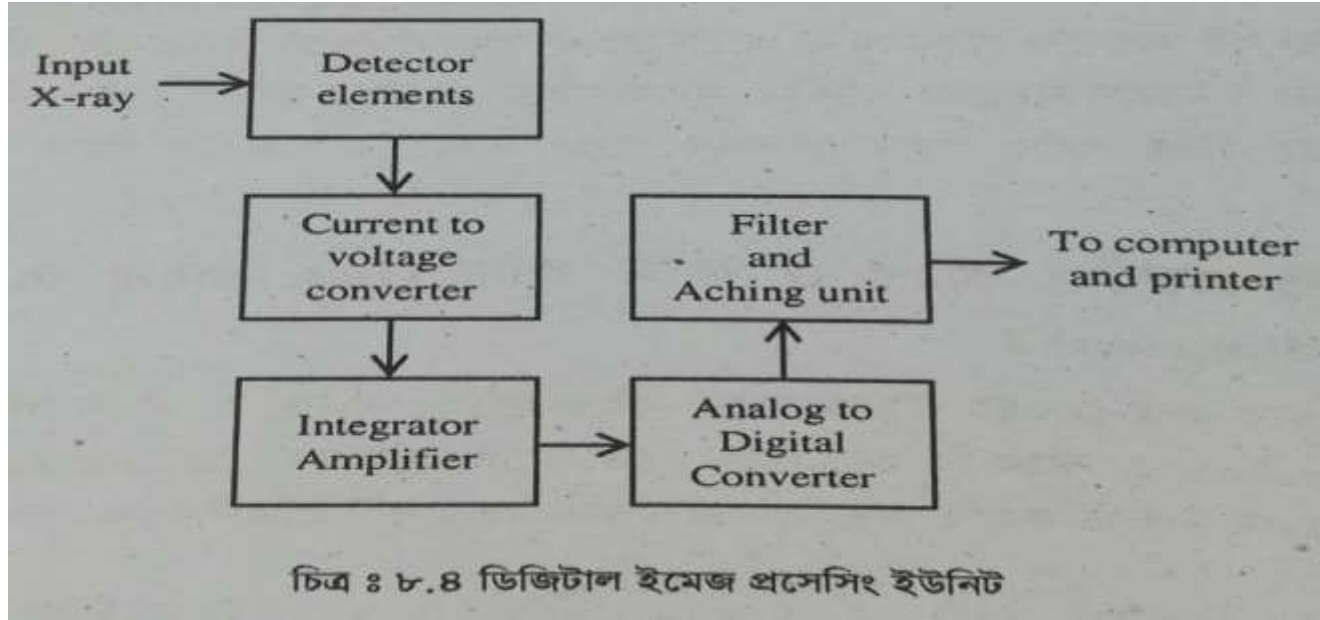


ফিল্ম প্রসেসিং –এর কৌশল

- ফিল্ম প্রস্তুত করতে মূলত ৪টি ধাপের প্রয়োজন হয়।
 1. ডেভেলপমেন্ট (Development) :
 2. স্টপিং দ্যা ডেভেলপমেন্ট (Stopping the development) :
 3. ফিক্সিং(Fixing) :
 4. ধৌতকরণ(Washing) :
 5. শুকানো(Drying) :



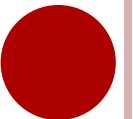
ডিজিটাল ইমেজ প্রসেসিং -এর ধাপসমূহ



1. ডিটেক্টরের মাধ্যমে অবজেক্ট থেকে আসা এক্স-রে কে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করা হয়।
2. কম্পানসেটর বা কনভার্টার দ্বারা ইলেকট্রিক্যাল কারেন্টকে উপযুক্ত ভোল্টেজে রূপান্তর করা হয়।
3. দুর্বল ভোল্টেজ সিগন্যালকে অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা বর্ধিত করা হয়।
4. বর্ধিত সিগন্যালকে এনালগ থেকে ডিজিটালে রূপান্তর করা হয়।
5. ফিল্টার এবং এচিং-এর মাধ্যমে অবাঞ্ছিত ভুল বাদ দেয়া হয়।
6. ইমেজের ব্রাইটনেস ও কন্ট্রাস্ট বৃদ্ধি বা হ্রাস করে একটি স্বচ্ছ ইমেজ তৈরি করা হয়।
7. বিশেষ ইমেজের মাধ্যমে ফিল্ম পেপারে ইমেজ প্রিন্ট করা হয়।

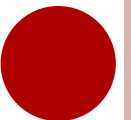
বায়োমেডিক্যাল কাজে ডিজিটাল ইমেজ প্রসেসিং

- নিম্নে বায়োমেডিক্যাল কাজে ডিজিটাল ইমেজ প্রসেসিং –এর ব্যবহার উল্লেখ করা হলো –
 1. ডিজিটাল এক্স –রে মেশিনে
 2. কম্পিউটার টোমোগ্রাফিতে / সিটি স্ক্যানারে
 3. ক্রিস্ট্যালোগ্রাফিতে
 4. নিউক্লিয়ার ম্যাগনেটিক রিজোন্যান্স ইমেজিং পদ্ধতিতে
 5. আলট্রাসোনিক ইমেজিং এ
 6. ডপলার ইমেজিং এ
 7. ইমিশন কম্পিউটেড টোমোগ্রাফিতে
 8. পিইটি ও এসপিইটি স্ক্যানারে
 9. থার্মাল ইমেজিং সিস্টেমে
 10. গামা ক্যামেরাতে
 11. রেক্টিলিনিয়ার স্ক্যানার ইত্যাদি।

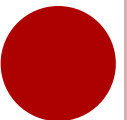


শিখনফল

- বায়োমেডিক্যাল ইমেজ প্রসেসিং –এর সংজ্ঞা বলতে পারবে।
- ইমেজ প্রসেসিং রুম ইকুইপমেন্টসমূহের তালিকা তৈরি করতে পারবে।
- ফিল্ম প্রসেসিং –এর কৌশল বর্ণনা করতে পারবে।
- ডিজিটাল ইমেজ প্রসেসিং -এর ধাপসমূহ উল্লেখ করতে পারবে।
- বায়োমেডিক্যাল কাজে ডিজিটাল ইমেজ প্রসেসিং -এর ব্যবহার বলতে পারবে।



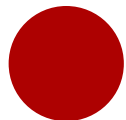
ANY QUESTIONS?



৯ম অধ্যায়ঃ ম্যাগনেটিক রেজোন্যান্স ইমেজিং পদ্ধতি অনুধাবন

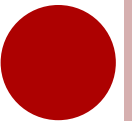
সূচীপত্র

- ম্যাগনেটিক রেজোন্যান্স ইমেজিং –এর সংজ্ঞা
- ম্যাগনেটিক রেজোন্যান্স ইমেজিং –এর কার্যনীতি
- নিউক্লিয়ার ম্যাগনেটিক রেজোন্যান্স ইমেজিং পদ্ধতির মূলনীতি
- এম আর আই স্ট্যাটিক চৌম্বক ক্ষেত্রের সাবসিস্টেম, রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি সাবসিস্টেম, গ্রেডিয়েন্ট কয়েল ডিজাইন এবং কম্পিউটারের নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা ব্যাখ্যা
- NMR ইমেজিং –এর বায়োলজিক্যাল ইফেক্ট
- NMR ইমেজিং টেকনিকের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ



ম্যাগনেটিক রেজোন্যান্স ইমেজিং

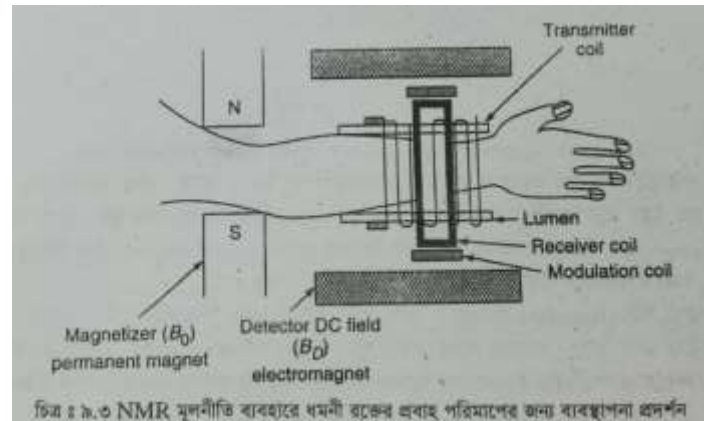
- ম্যাগনেটিক রেজোন্যান্স ইমেজিং হচ্ছে নন ইনভাসিভ চিকিৎসা প্রযুক্তি, যা ম্যাগনেটিক ও রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি ফিল্ডকে ব্যবহার করে শরীরবৃত্তীয় ইমেজ তৈরি করে।

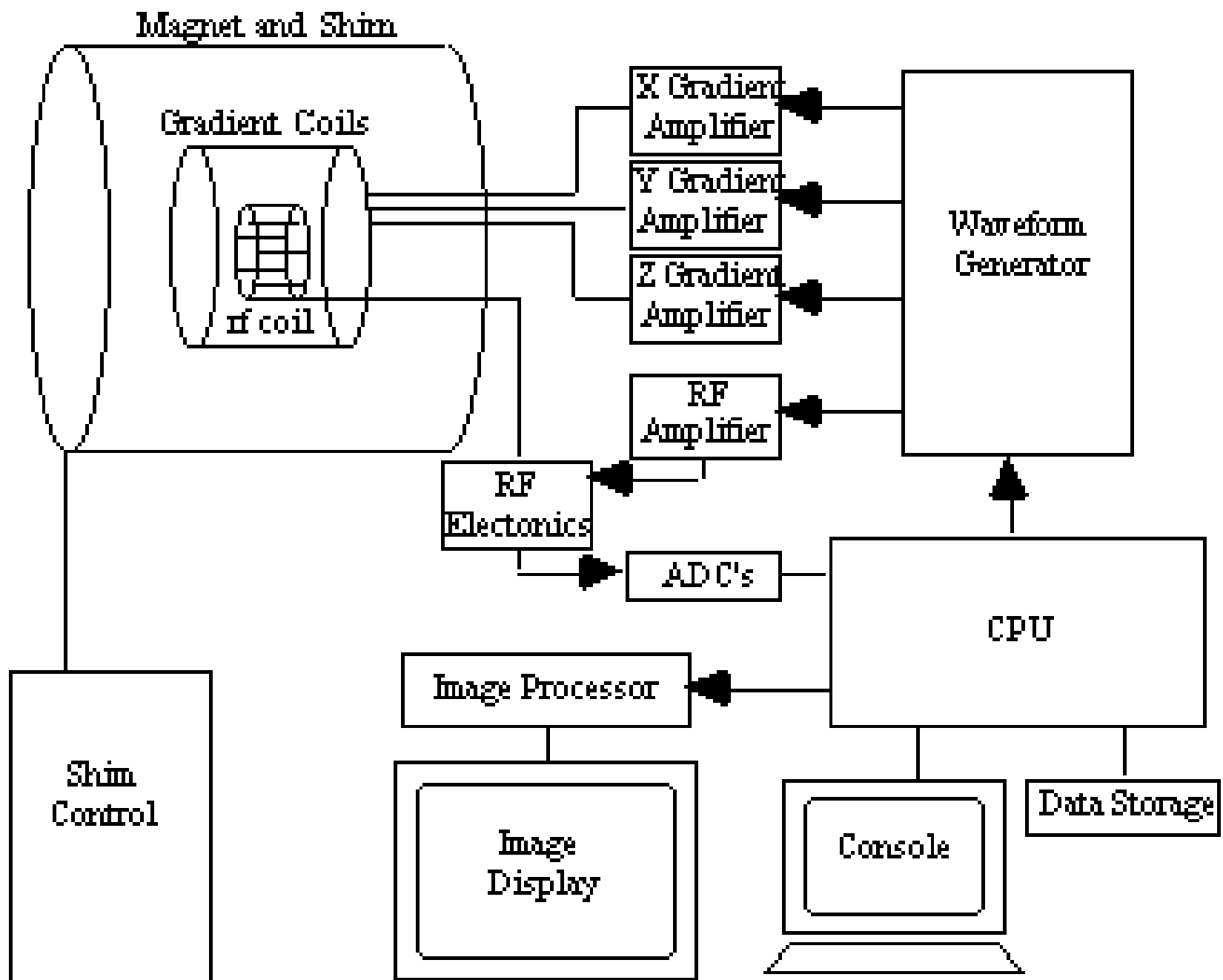




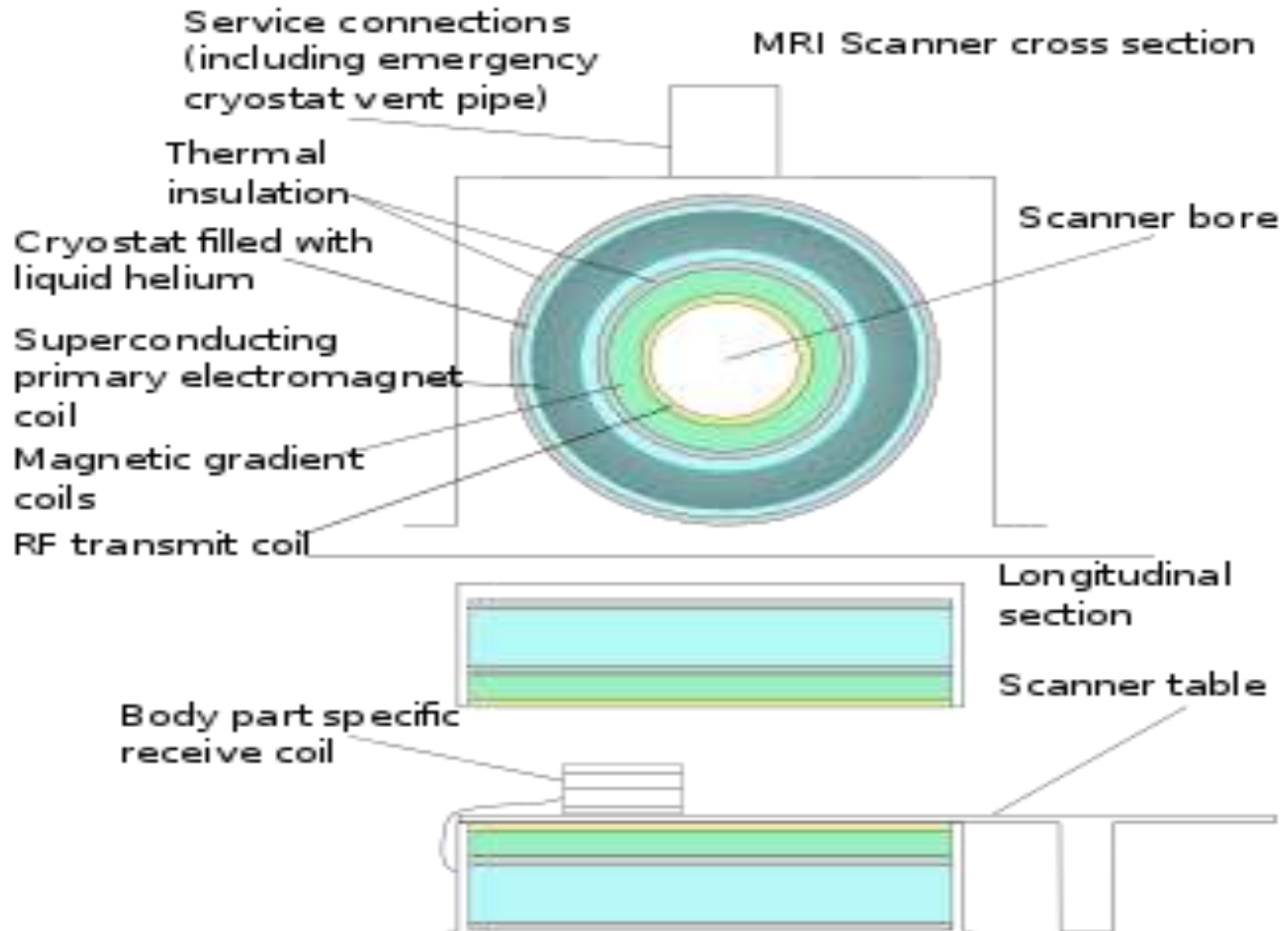
Product Availability and Design Disclaimer - The system block diagram depicted above and the devices recommended are designed in this manner as a reference. Please contact your local TI sales office or distributor for system design specifics and product availability.

নিউক্লিয়ার ম্যাগনেটিক রেজোন্যান্স ইমেজিংঃ





একটি সিলিন্ড্রিক্যাল সুপারকন্ডাক্টিং এমআর স্ক্যানার নির্মাণের স্ক্যামেটিক



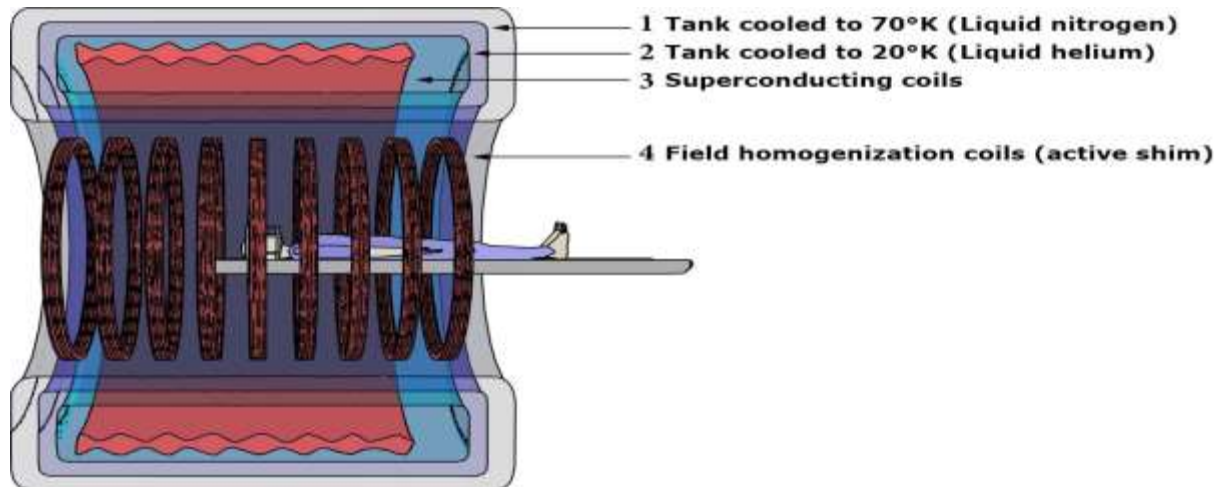
একটি সিলিন্ড্রিক্যাল সুপারকন্ডাক্টিং এমআর স্ক্যানার নির্মাণের স্ক্যামেটিক

- **এমআরআই স্ক্যানারের প্রধান উপাদানগুলি হ'ল:** প্রধান চৌম্বক, যা নমুনাকে পোলারাইজ করে, প্রধান চৌম্বকীয় ক্ষেত্রে inhomogeneities সংশোধন করার জন্য শিম কয়েল ব্যবহৃত হয়, গ্রেডিয়েন্ট সিস্টেম যা এমআর সিগন্যাল এবং আরএফ সিস্টেমকে উত্তেজিত করে যা নমুনাকে স্থানীয়করণের জন্য ব্যবহৃত হয়, এবং তার ফলে NMR সংকেত সনাক্ত করে। পুরো সিস্টেমটি এক বা একাধিক কম্পিউটার দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়।



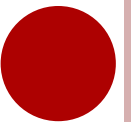
স্ট্যাটিক চৌম্বক ক্ষেত্রের সাবসিস্টেম

- প্রধান চৌম্বকটি পরিমাপযোগ্য ম্যাক্রোস্কোপিক চৌম্বকীয়করণের উপর ভিত্তি তৈরি করে স্থির চৌম্বকীয় ক্ষেত্র তৈরি করে।
- চুম্বকের প্রকার
- এমআরআইয়ের নকশা মূলত চৌম্বকটির ধরণ এবং বিন্যাস দ্বারা নির্ধারিত হয়, যেমন বন্ধ, টানেল-টাইপ এমআরআই বা খোলা এমআরআই।
- সর্বাধিক ব্যবহৃত চৌম্বকগুলি হ'ল সুপার কন্ডাক্টিং ইলেক্ট্রোম্যাগনেটগুলি। এগুলিতে একটি কয়েল থাকে যা হিলিয়াম তরল কুলিং দ্বারা সুপারকন্ডাক্টিভ তৈরি করা হয় এবং তরল নাইট্রোজেনে নিমজ্জিত হয়। এগুলি শক্তিশালী, একজাতীয় চৌম্বকীয় ক্ষেত্র উৎপাদন করে তবে তা ব্যয়বহুল এবং নিয়মিত রক্ষণাবেক্ষণের (যেমন হিলিয়াম ট্যাঙ্ককে শীর্ষে রাখার) প্রয়োজন হয়।



স্ট্যাটিক চৌম্বক ক্ষেত্রের সাবসিস্টেম

- সুপারকন্ডাকটিভিটি হ্রাস হওয়ার ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক শক্তি তাপ হিসাবে বিলুপ্ত হয়। এই উত্তাপের ফলে তরল হিলিয়ামটি দ্রুত উত্তপ্ত হয়ে যায় যা বায়বীয় হিলিয়াম (quench/ শোধন) খুব উচ্চ পরিমাণে রূপান্তরিত হয়।
- thermal burns এবং অ্যাসিফিক্সিয়া প্রতিরোধের জন্য, সুপারকন্ডাক্টিং চুম্বকের সুরক্ষা ব্যবস্থা রয়েছে: গ্যাস নিষ্কাশন পাইপ, এমআরআই ঘরের অভ্যন্তরে অক্সিজেন এবং তাপমাত্রার শতাংশের উপর নজরদারি, দরজা খোলার বাইরে (ঘরের অভ্যন্তরে অতিরিক্ত চাপ)।
- সুপারকন্ডাক্টিং ম্যাগনেটগুলি অবিচ্ছিন্নভাবে কাজ করে। চৌম্বক ইনস্টলেশন সীমাবদ্ধতা সীমাবদ্ধ করতে, ডিভাইসের একটি শিল্ডিং সিস্টেম রয়েছে যা হয় প্যাসিভ (ধাতব) বা সক্রিয় (একটি বাহ্যিক সুপারকন্ডাক্টিং কয়েল যার ক্ষেত্রটি অভ্যন্তরীণ কয়েলটির বিরোধিতা করে) বিপথগামী ক্ষেত্রের শক্তি হ্রাস করতে।



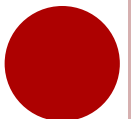
নিম্ন ক্ষেত্রের এমআরআইও ব্যবহার করে(LOW FIELD MRI ALSO USES):

- প্রতিরোধী বৈদ্যুতিন চৌম্বকগুলি, যা সুপারকন্ডাক্টিং চুম্বকের তুলনায় সস্তা এবং বজায় রাখা সহজ। এগুলি আরও কম শক্তিশালী, আরও শক্তি ব্যবহার করে এবং একটি শীতল ব্যবস্থা প্রয়োজন।
- ফেরোম্যাগনেটিক ধাতব উপাদানগুলির সমন্বয়ে বিভিন্ন ফর্ম্যাটের স্থায়ী চৌম্বক। যদিও তাদের কাছে সস্তা এবং বজায় রাখা সহজ হওয়ার সুবিধা রয়েছে তবে তারা খুব ভারী এবং তীব্রতায় দুর্বল।
- সর্বাধিক homogeneous চৌম্বকীয় ক্ষেত্রটি পেতে, চৌম্বকটি অবশ্যই নিষ্ক্রিয়ভাবে ধাতব টুকরো টুকরো ব্যবহার করে বা সক্রিয়ভাবে চৌম্বকের মধ্যে বিতরণ করা ছোট তড়িৎচুম্বকীয় কয়েলগুলি ব্যবহার করে অবশ্যই সূক্ষ্মভাবে সুর করা উচিত ("শিমিং")।



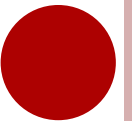
প্রধান চুম্বকের বৈশিষ্ট্য (CHARACTERISTICS OF THE MAIN MAGNET)

- চৌম্বকের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলি হ'ল:
 1. প্রকার (সুপারকন্ডাক্টিং বা রেজিস্টিভ ইলেক্ট্রোম্যাগনেটস, স্থায়ী চৌম্বক
 2. উৎপাদিত ক্ষেত্রের শক্তি, টেসলার (টি) দ্বারা পরিমাপ করা হয়। বর্তমান ক্লিনিক্যাল অনুশীলনে, এটি 0.2 থেকে 3.0 টি পর্যন্ত পরিবর্তিত হয় research গবেষণায়, 7 টি বা এমনকি 11 টি বা তারও বেশি শক্তির চৌম্বকগুলি ব্যবহৃত হয়।
 3. সমসত্ত্বতা (Homogeneity)



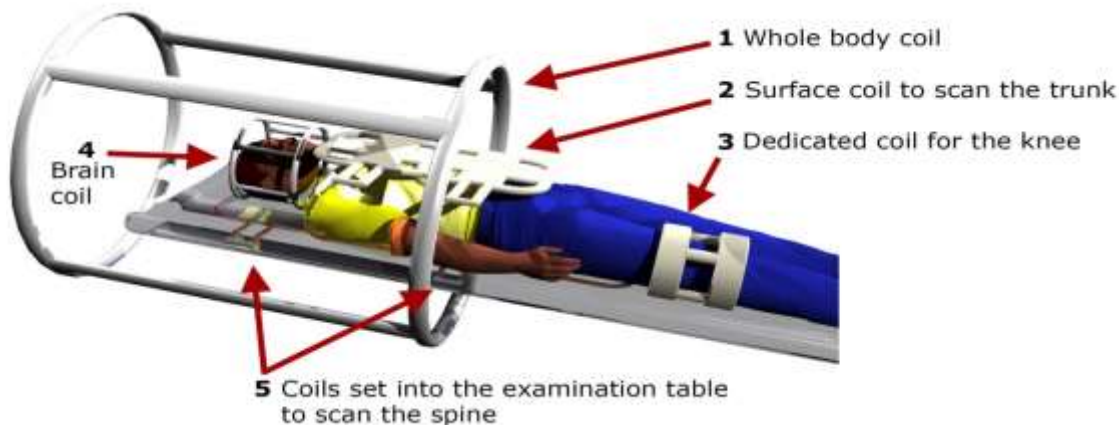
শিম কয়েল(SHIMS)

- যখন এমআর স্ক্যানারটি হাসপাতাল বা ক্লিনিকে স্থাপন করা হয়, তখন এর মূল চৌম্বকীয় ক্ষেত্রটি স্ক্যানিংয়ের জন্য যথেষ্ট পরিমাণে সমজাতীয়(homogeneous) হতে পারে। সে কারণে কোনও নমুনা/sample ব্যবহার করার আগে ক্ষেত্রটির সূক্ষ্ম tuning, চৌম্বকের চৌম্বক ক্ষেত্রটি মাপতে হবে এবং শিড্জিত(shimmed) করতে হবে।
- কোনও নমুনা স্ক্যানারে রাখার পরে, প্রধান চৌম্বকীয় ক্ষেত্রটি সেই নমুনার মধ্যে সংবেদনশীলতা সীমার দ্বারা বিকৃত হয়, যার ফলে অর্জিত চিত্রগুলিতে সিগন্যাল ড্রপআউট (কোনও সংকেত না দেখানো অঞ্চল) এবং স্থানিক বিকৃতি ঘটে।
- মানুষ বা প্রাণীর জন্য প্রভাবটি বিশেষত বায়ু-টিস্যু সীমানায় যেমন সাইনাস (বায়ুতে প্যারাম্যাগনেটিক অক্সিজেনের কারণে) তৈরি করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, মস্তিষ্কের সম্মুখ লবগুলি ইমেজ করা কঠিন।
- ক্ষেত্রের সাদৃশ্য পুনরুদ্ধার করতে শিম কয়েলগুলির একটি সেট স্ক্যানারের অন্তর্ভুক্ত থাকে।



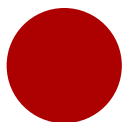
রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি সিস্টেম কম্পোনেন্টস

- রেডিওফ্রিকোয়েন্সি সিস্টেম ট্রান্সমিটিং এবং রিসিভিং জন্য উপাদানগুলির সমন্বয়ে গঠিত এবং রেডিও-ফ্রিকোয়েন্সি তরঙ্গ গুলি নিউক্লিয়াকে উত্তেজিত করে, স্লাইস নির্বাচন করে, গ্রেডিয়েন্ট প্রয়োগ করে এবং signal acquisition জড়িত থাকে। কয়েলগুলি রেডিও-ফ্রিকোয়েন্সি সিস্টেমের কার্য সম্পাদনের একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান।
- ট্রান্সমিশনের, লক্ষ্য স্ক্যান করা ভলিউম জুড়ে অভিন্ন উত্তেজনা সরবরাহ করা। রিসেপশনের সময়, কয়েলগুলি অবশ্যই সংবেদনশীল হতে হবে এবং signal to noise ratio সর্বোত্তম থাকতে হবে।
- একটি MR স্ক্যানার সাধারণত একটি «পুরো শরীর» কুণ্ডলী দিয়ে আচ্ছাদন করে, সম্পূর্ণ স্ক্যানের পরিমাণকে একত্রিত করে। তবে, surface coils গুলি signal to noise ratio এবং ইমেজিং ক্ষমতাতে আরও ভাল সংকেত সরবরাহ করে।
- নির্মাতা(manufacturers) ও কুণ্ডলী ধরনের উপর নির্ভর করে, নির্দিষ্ট কয়েল ট্রান্সমিটার, রিসিভার বা উভয়ই হতে পারে।
- সংকেত গ্রহণ ও বিশ্লেষণের জন্য রেডিও-ফ্রিকোয়েন্সি চ্যানেলে এনালগ-ডিজিটাল রূপান্তরকারী এবং একটি স্পেকট্রোমিটারও রয়েছে।



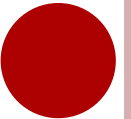
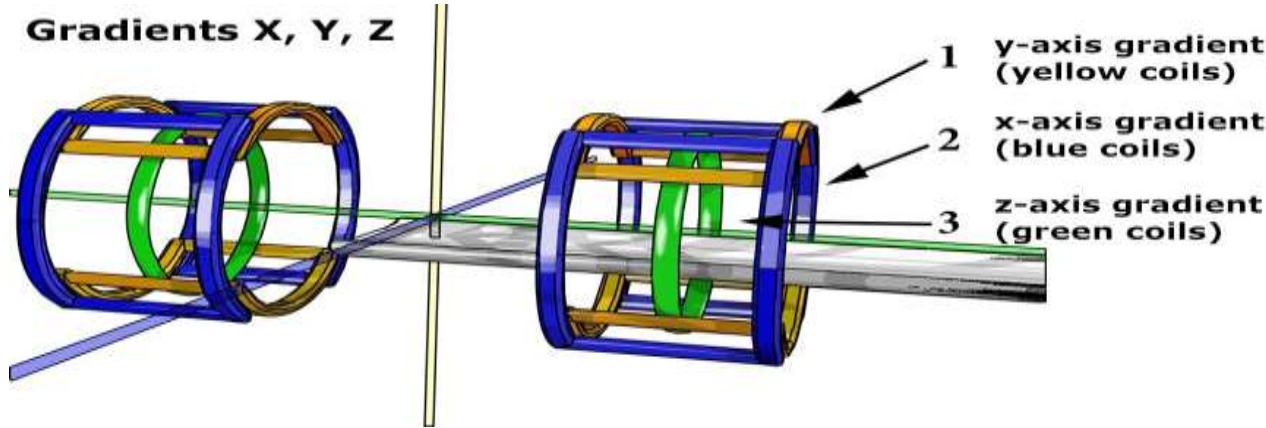
OPTIMIZING THE RADIOFREQUENCY CHANNEL

- রেডিও-ফ্রিকোয়েন্সি চ্যানেলের অপটিমাইজেশানটি একটি ইমেজিংয়ের ক্রমগুলির আগে বেশ কয়েকটি পর্যায়ে স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিচালিত হয়:
- সঠিক লারমোর ফ্রিকোয়েন্সি (exact Larmor frequency) সেট করা থাকে যা, চৌম্বকীয় ক্ষেত্রে রোগীর উপস্থিতি দ্বারা এটি সামান্য পরিবর্তন করা হয়।
- পছন্দসই উল্টো কোণগুলি পাওয়ার জন্য ট্রান্সমিশন পাওয়ারটি রোগীর ওজন এবং transmit coil অনুসারে সামঞ্জস্য করা হয়।
- রিসিভার গেইন এডজাস্ট করা হয় সিগন্যাল স্যাচুরেশন এড়ানোর জন্য।

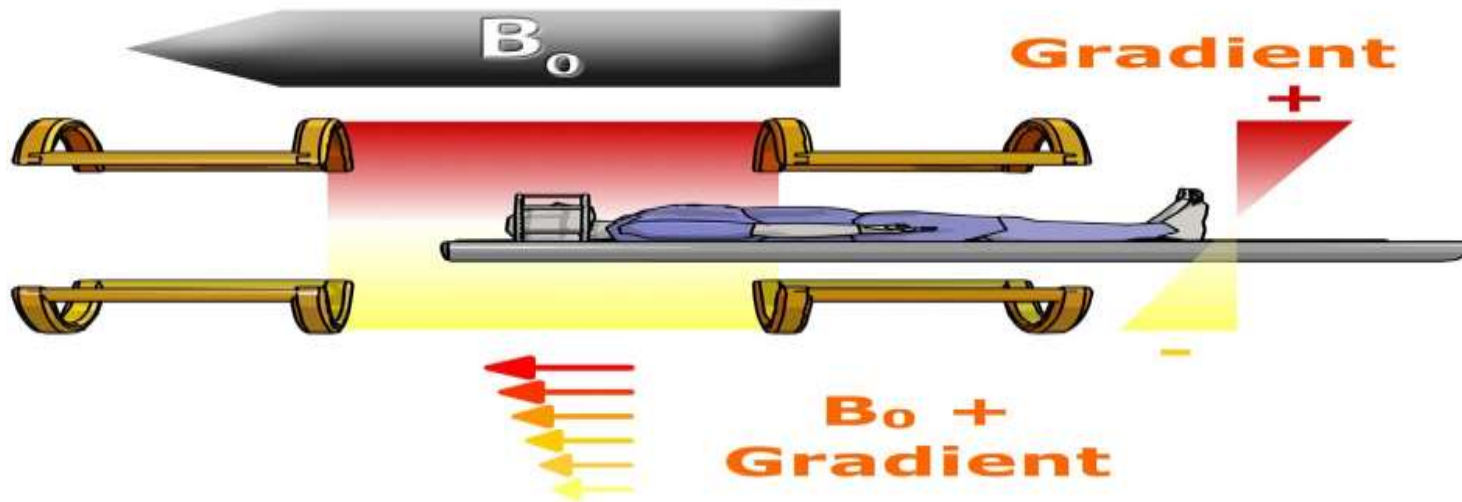


গ্রেডিয়েন্ট কয়েল ডিজাইন

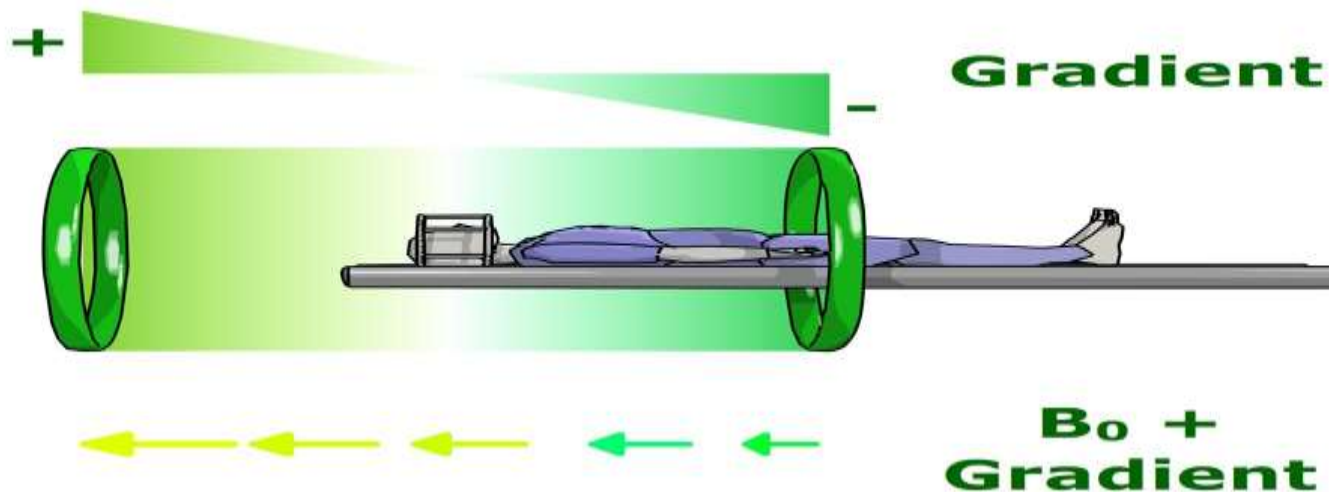
- চৌম্বকীয় ক্ষেত্রের গ্রেডিয়েন্টগুলি স্থানিকভাবে সিগন্যালটিকে এনকোড করার জন্য প্রয়োজন। চৌম্বকীয় ক্ষেত্রের তীব্রতার এই variation মূল চৌম্বকক্ষেত্রে যুক্ত হয়, যা আরও বেশি শক্তিশালী। variation টি পৃথক দিকের প্রতিটি স্থানে রেখে কয়েক জোড়া কয়েল দ্বারা উৎপাদিত হয়। চৌম্বকীয় ক্ষেত্রের দিক পরিবর্তন করা হয়নি। এগুলিকে বি০-তে যুক্ত করে মোট চৌম্বকীয় ক্ষেত্র প্রশস্ততায়, যদিকে তারা প্রয়োগ করা হয় তাতে একটি রৈখিক variation তৈরি হয়। এই modifies resonance frequency, চৌম্বকীয় ক্ষেত্র তীব্রতার সমানুপাত তারা যা জমা দেয় তার(লারমোরের সমীকরণ অনুসারে: ক্ষেত্র যত শক্তিশালী হয় তত দ্রুত তারা অগ্রসর হয়)। লারমোর ফ্রিকোয়েন্সিতে এই পরিবর্তনের ফলে স্পিন পর্যায়গুলির বিভিন্নতার এবং বিচ্ছুরণ ঘটায়।



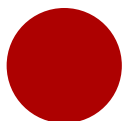
গ্রেডিয়েন্ট কয়েল ডিজাইন



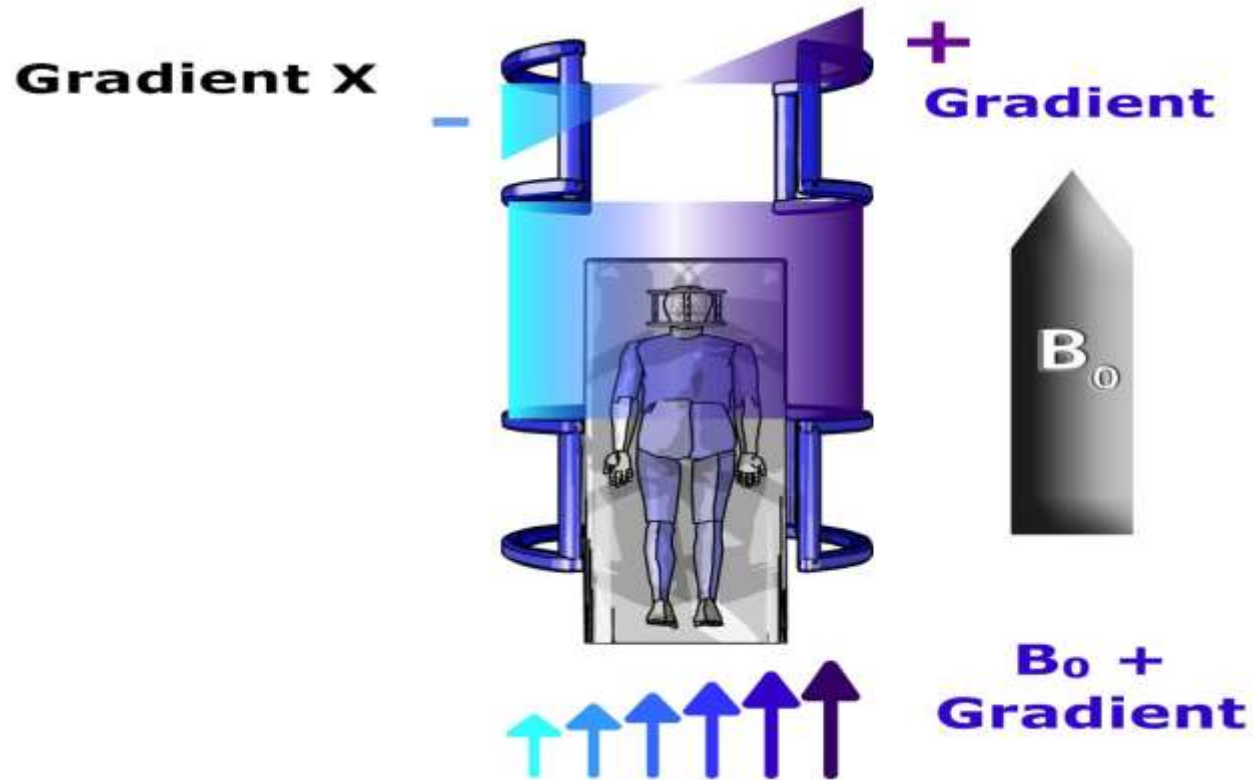
Variations in the field produced by gradients in direction z



Variations in the field produced by gradients in direction y



গ্রেডিয়েন্ট কয়েল ডিজাইন

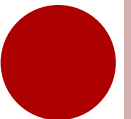


Variations in the field produced by gradients in direction x



গ্রেডিয়েন্ট বৈশিষ্ট্য

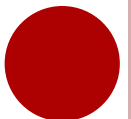
- গ্রেডিয়েন্ট পারফরম্যান্সগুলির সাথে লিঙ্কযুক্ত:
- তাদের সর্বাধিক প্রশস্ততা (চৌম্বকীয় ক্ষেত্রের ভেরিয়েশন mT/m), যা সর্বাধিক স্থানিক রেজোলিউশন (slice thickness and field of view) নির্ধারণ করে।
- তাদের slew rate, তাদের সুইচিং গতির সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ: উচ্চ slew rate এবং কম উত্থানের সময় দ্রুত গ্রেডিয়েন্টগুলি সুইচ করতে প্রয়োজন এবং অতি-দ্রুত ইমেজিং সিকোয়েন্সগুলি যেমন ইকো প্ল্যানার (EPI) এর লাইনারিটির অনুমতি দেয়, যা অবশ্যই স্ক্যানিংয়ের ক্ষেত্রের মধ্যে যথাসম্ভব নিখুঁত হতে হবে।



এডি কারেন্ট (EDDY CURRENTS)

- এই induced currents (এডি কারেন্ট) গ্রেডিয়েন্ট ক্ষেত্রগুলির বিরোধিতা করবে এবং ফলে তাদের প্রোফাইলে ক্ষয় ঘটবে।
- এই induced currents এর প্রভাব হ্রাস করার জন্য বেশ কয়েকটি পদ্ধতি রয়েছে:
 1. Active gradient coil shielding(সক্রিয় গ্রেডিয়েন্ট কয়েল রক্ষা)
 2. Optimizing the electric current profile sent to the gradient coils while ascending and descending to offset the Eddy currents(গ্রেডিয়েন্ট কয়েলে প্রেরিত electric current প্রোফাইলটিকে Optimizing করে যখন Eddy currents অফসেট করার জন্য ascending এবং descending করে)

অধিকন্তু, গ্রেডিয়েন্ট সুইচগুলি গ্রেডিয়েন্ট কয়েল এবং তাদের supports গুলিতে কম্পন সৃষ্টি করে Lorentz forces তৈরি করে। এই কম্পনগুলি বৈশিষ্ট্য হচ্ছে এমআরআই শব্দের প্রধান উৎস।



কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম

- বিভিন্ন স্তরের পরীক্ষা এবং ক্রমের সমন্বয়, spectrometer, চিত্র পুনর্নির্মাণ এবং পোস্ট-প্রসেসিং সমস্তই একটি অভ্যন্তরীণ কম্পিউটার সিস্টেম এবং data acquisition এবং পোস্ট-প্রসেসিং কনসোল দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়।
- এমআরআই ডিভাইসটির জন্য কম্পিউটার সরঞ্জামগুলির প্রধান কার্যকারিতা মানদণ্ডগুলি হ'ল প্রক্রিয়াজাতকরণের গতি এবং ergonomics।



MRI SAFETY

- ধাতু এবং চৌম্বকীয় ক্ষেত্রশক্তিশালী(Metal and magnetic field)
- চৌম্বকক্ষেত্রের উপস্থিতির কারণে কিছু নির্দিষ্ট উপাদান কার্যকর বা এমনকি একটি গুরুত্বপূর্ণ ঝুঁকি উপস্থিত করতে পারে:
- প্রক্ষিপ্ত প্রভাব (স্থির চৌম্বকীয় ক্ষেত্র এবং ত্বরণ দ্বারা প্রতি সেকেন্ডে কয়েক মিটার বেগে আকর্ষণ): ফেরোম্যাগনেটিক উপাদান যদি কোনও ধাতব বস্তুর ফেরোম্যাগনেটিক প্রকৃতির বিষয়ে সন্দেহ থাকে তবে একটি ছোট চৌম্বকটি ব্যবহার করে একটি পরীক্ষা চালানো যেতে পারে)
- আন্তঃ কর্পোরিয়াল ধাতব বিদেশী(foreign) বস্তুর স্থানচ্যুতি: ইন্ট্রাওকুলার ধাতব বিদেশী সংস্থা (ধাতব কর্মী, ব্যালিস্টিক অরবিট ট্রমা ইতিহাস, পুরাতন অন্তর্-ক্রানিয়াল অ্যানিউরিজম ক্লিপ)
- নির্দিষ্ট ডিভাইসের বিচক্ষণ ক্রিয়াকলাপ: কার্ডিয়াক পেসমেকার, নিউরোস্টিমুলেটরস, কোক্লিয়ার ইমপ্লান্ট, ডেরিভেশন ভালভ।
- সব ক্ষেত্রেই, উপাদানের এমআর সামুঞ্জস্যতা পরীক্ষা করার পরামর্শ দেওয়া হয়। বিশেষত উচ্চ ক্ষেত্রগুলিতে অপারেটিংয়ের সময়: কিছু ডিভাইস 1.5 ডি তে ঝুঁকি বহন করে না তবে এটি বিপজ্জনক হতে পারে উচ্চ ক্ষেত্র।



NMR ইমেজিং –এর বায়োলজিক্যাল ইফেক্ট

- বিকিরণের উপাদানগুলো কোনো কোনো ক্ষেত্রে জীবজগতের উপর ব্যাপক ক্ষতিকর প্রভাব ফেলে। এক্ষেত্রে বিকিরণ এক্সপোজারকে ২ ভাগে ভাগ করা যায়-
 - ১। অ্যাকিউট এক্সপোজার (Acute exposure)
 - রক্তের উপর ক্রিয়া (নির্দিষ্ট মাত্রার Gy)
 - হিমোপয়টিক সিনড্রোম (2Gy)
 - স্নায়ুতন্ত্রের রোগ (20Gy)
 - ২। দীর্ঘস্থায়ী / ক্রনিক এক্সপোজার (Continuous exposure)
 - ক্যান্সার (1Gy)
 - লিউকিমিয়া (1Gy)
 - প্রজনন প্রক্রিয়ার উপর প্রভাব (0.5-2.5Gy)

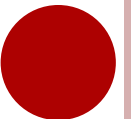


NMR ইমেজিং টেকনিকের সুবিধা ও অসুবিধা

সুবিধাসমূহ	অসুবিধাসমূহ
আধুনিক চিকিৎসা ব্যবস্থায় রোগ নির্ণয় ও চিকিৎসা কার্যে NMR ইমেজিং পদ্ধতি গুরুত্বপূর্ণ।	রোগ নির্ণয় ও চিকিৎসা কার্যে এক্স-রে ব্যবহৃত হয়, যা ৩০ সেকেন্ডের বেশি সময় শরীরের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হলে দেহে ক্যান্সার সৃষ্টি হতে পারে।
দেহের সব দিকের রক্তপ্রবাহ ও বিশ্লেষণ এ পদ্ধতিতে সম্পাদন করা হয়।	এই রক্তপ্রবাহ ও বিশ্লেষণ কাজে ব্যবহৃত ইন্সট্রুমেন্টগুলো অধিক মূল্যবান।
রেনোগ্রাফির মাধ্যমে কিডনির কার্যকারিতা পরীক্ষার জন্য NMR ইমেজিং যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।	ক্ষ্যানারে ব্যবহৃত গামারশ্মি চার্জবিহীন হওয়ায় এটিকে বিদ্যুৎ বা চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা ফোকাস করা যায় না।
রোগের স্থান শনাক্ত করে উপযুক্ত রেডিওফার্মাসিউটিক্যাল প্রয়োগ করতে NMR এর রেনোগ্রাম যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।	NMR ইমেজিং একটি ব্যয়বহুল প্রক্রিয়া এবং এটার চিকিৎসা ব্যবস্থাও ব্যয়বহুল।
বিকিরিত রশ্মির শক্তি অন্য মৌল দ্বারা শোষিত হয় এবং এর ফলে আয়নিত এবং অন্যান্য পরমাণুতে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে থাকে। এই প্রক্রিয়াগুলোই বিকিরণ শনাক্তকরণ বা উদঘাটন, গণনা এবং চলন প্রভৃতি পরিমাপের জন্য NMR ইমেজিং ব্যবহৃত হয়।	NMR ইমেজিং প্রক্রিয়ায় রোগ ধরা ও চিকিৎসা করার সময় রোগী, ডাক্তার, সেবিকা, নিকটাত্মীয় প্রত্যেকের মনেই একটা আতঙ্ক ও আশঙ্কা কাজ করে।

শিখনফল

- ম্যাগনেটিক রেজোন্যান্স ইমেজিং –এর সংজ্ঞা বলতে পারবে।
- ম্যাগনেটিক রেজোন্যান্স ইমেজিং –এর কার্যনীতি বর্ণনা করতে পারবে।
- নিউক্লিয়ার ম্যাগনেটিক রেজোন্যান্স ইমেজিং পদ্ধতির মূলনীতি বলতে পারবে।
- এম আর আই স্ট্যাটিক চৌম্বক ক্ষেত্রের সাবসিস্টেম, রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি সাবসিস্টেম, গ্রেডিয়েন্ট কয়েল ডিজাইন এবং কম্পিউটারের নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- NMR ইমেজিং –এর বায়োলজিক্যাল ইফেক্ট বলতে পারবে।
- NMR ইমেজিং টেকনিকের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ জানতে পারবে।



**THANK YOU FOR YOUR
ATTENTION**



ANY QUESTIONS?

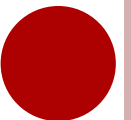
makeameme.org



১০ম অধ্যায়ঃ আলট্রাসনিক ইমেজ অনুধাবন

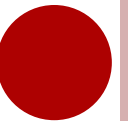
সূচীপত্র

- আলট্রাসাউন্ড –এর সংজ্ঞা
- আলট্রাসনিক ওয়েভের ফিজিক্স বর্ণনা
- বেসিক পালস ইকো পদ্ধতির ব্লক ডায়াগ্রাম
- A -স্ক্যান, B -স্ক্যান ও M-mode scan এর বর্ণনা
- A ও B –স্ক্যানের ক্লিনিক্যাল প্রয়োগ
- রিয়্যাল টাইম আলট্রাসনিক ইমেজ পদ্ধতি
- মাল্টি এলিমেন্ট লিনিয়ার অ্যারে স্ক্যানার
- আলট্রাসাউন্ডের বায়োলজিক্যাল ইফেক্ট
- আলট্রাসাউন্ড ব্যবহার

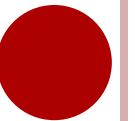


আলট্রাসাউন্ড

- আলট্রাসাউন্ড –এর বাংলা আভিধানিক অর্থ অতিশব্দ।
শব্দবিজ্ঞানে আলট্রাসাউন্ড বা অতিশব্দ বলতে এমন
সীমার কম্পাঙ্ক বা ফ্রিকুয়েন্সির শব্দকে বুঝায়, যা মানুষের
স্বাভাবিক শ্রুতিশক্তির সীমা বহির্ভূত।
- প্রকৃতিতে অতিশব্দ ব্যবহারের উৎকৃষ্ট উদাহরণ হচ্ছে
বাদুড়।



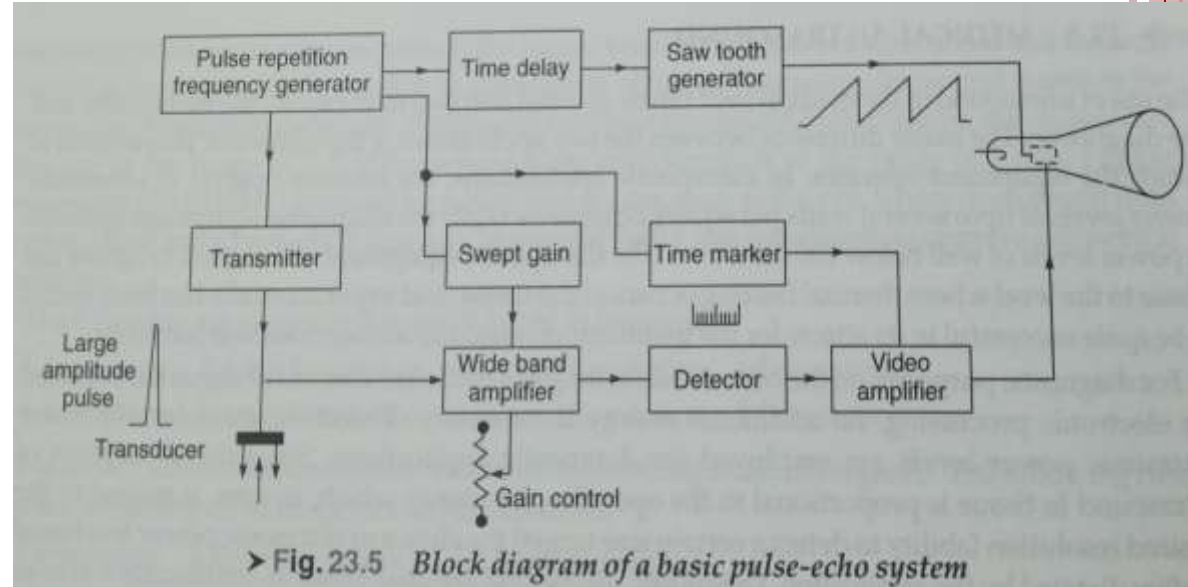
আলট্রাসনিক ওয়েভের ফিজিক্স



বেসিক পালস ইকো পদ্ধতির ব্লক ডায়াগ্রাম

- চিকিৎসাবিজ্ঞানে রোগনির্ণয়ের ক্ষেত্রে আলট্রাসাউন্ডের প্রয়োগ হিসেবে পালস ইকো পদ্ধতির ব্যবহার করা হয়। ট্রান্সমিটার উপযুক্ত স্বল্প সময়ের পালস তৈরী করে এবং এই একই ফ্রিকুয়েন্সির পুনরাবৃত্তি ঘটে পালস রিপিটেশন ফ্রিকুয়েন্সি বা PRF জেনারেটর দ্বারা। একটি পিজোইলেকট্রিক ক্রিস্টাল এ ফ্রিকুয়েন্সিকে আলট্রাসনিক তরঙ্গে রূপান্তরিত করে। এ পিজোইলেকট্রিক ক্রিস্টাল ট্রান্সমিটিং ট্রান্সডিউসার হিসেবে কাজ করে। লক্ষ্যবস্তু থেকে ফিরে আসা প্রতিধ্বনি বা ইকো একই ট্রান্সডিউসারে নেয়া হয় এবং উপযুক্ত পরিমাণে বিবর্ধিত করে ক্যাথোড – রে টিউবের মাধ্যমে প্রদর্শন করা হয়। পালস ইকো যন্ত্রের মূল অংশগুলো হলো-

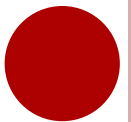
1. Probe
2. Pulse repetition frequency generator
3. Transmitter
4. Receiver
5. Wide band amplifier
6. Swept gain control
7. Detector
8. Video amplifier
9. Time delay unit
10. Time marker
11. Display



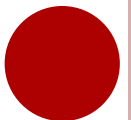
A -জ্ঞান



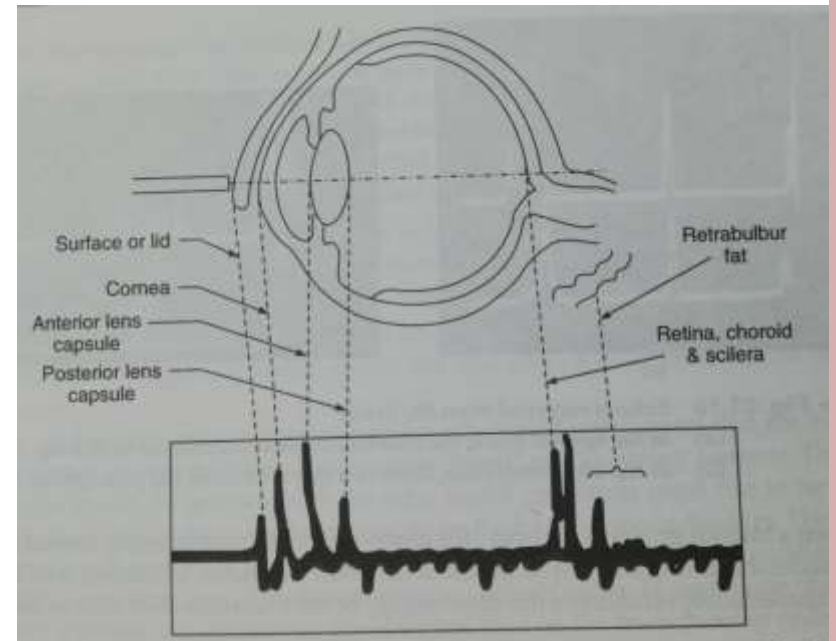
B - জ্ঞান



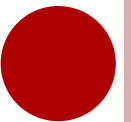
M-MODE SCAN



A - স্ক্যানের ক্লিনিক্যাল প্রয়োগ



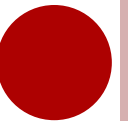
B –স্ক্যানের ক্লিনিক্যাল প্রয়োগ



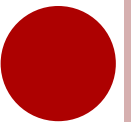
রিয়াল টাইম আলট্রাসনিক ইমেজ



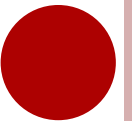
মাল্টি এলিমেন্ট লিনিয়ার অ্যারে স্ক্যানার



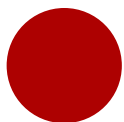
আলট্রাসাউন্ডের বায়োলজিক্যাল ইফেক্ট

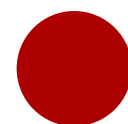


আলট্রাসাউন্ড ব্যবহার



শিখনফল





১১তম অধ্যায়ঃ ডপলার ইমেজিং অনুধাবন

সূচীপত্র

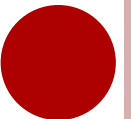
- ডপলার ইমেজিং –এর সংজ্ঞা
- ডপলার ইফেক্ট
- ডপলার ইমেজিং –এর মূলনীতি
- ডপলার ইউনিটের কন্টিনিউয়াস ওয়েভ ও পালস ওয়েভ
- ডপলার আলট্রাসাউন্ড ইমেজিং –এর প্রধান প্রধান উপাদান
- কালার ডপলারের কালার অ্যাসাইনমেন্ট ব্যাখ্যা



১২তম অধ্যায়ঃ নিউক্লিয়ার মেডিক্যাল ইমেজিং অনুধাবন

সূচীপত্র

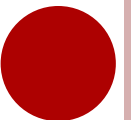
- নিউক্লিয়ার ইমেজিং –এর সংজ্ঞা
- রেডিওঅ্যাক্টিভিটি পদার্থের ব্যাখ্যা
- রেডিওঅ্যাক্টিভ ডিকেইর বর্ণনা
- রেডিওঅ্যাক্টিভিটির ইউনিটসমূহ
- রেডিয়েশন ডিটেক্টরের বর্ণনা
- রেক্টিলিনিয়ার স্ক্যানারের বর্ণনা
- গামা ক্যামেরার ব্লক ডায়াগ্রাম



১৩তম অধ্যায়ঃ নিউক্লিয়ার স্ক্যানার অনুধাবন

সূচীপত্র

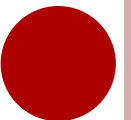
- ইমিশন কম্পিউটেড টমোগ্রাফির সংজ্ঞা
- পজিট্রন ইমিশন টমোগ্রাফির কার্যপ্রণালি
- SPECT স্ক্যানারের ব্লক ডায়াগ্রাম
- PET স্ক্যানারের ডাটা একুজিশন সিস্টেম
- SPECT ও PET স্ক্যানারের তুলনা



১৪তম অধ্যায়ঃ থার্মাল ইমেজিং সিস্টেম অনুধাবন

সূচীপত্র

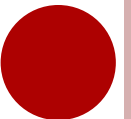
- মেডিক্যাল থার্মোগ্রাফের সংজ্ঞা
- ইনফ্রারেড রেডিয়েশনের বর্ণনা
- ইনফ্রারেড রেডিয়েশনের ফিজিক্যাল ফ্যাক্টর
- ইনফ্রারেড ইমেজিংয়ের ব্লক ডায়াগ্রাম
- থার্মোগ্রাফিক যন্ত্রপাতির ডিজিটাল অ্যানালাইসিস পদ্ধতি
- থার্মোগ্রাফির ব্যবহার



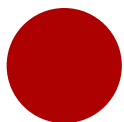
১৫তম অধ্যায়ঃ কম্পিউটার বেইড রেডিওগ্রাফি অনুধাবন

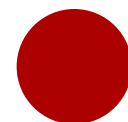
সূচীপত্র

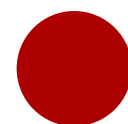
- CR এবং DR এর সংজ্ঞা
- ডিজিটাল রেডিওগ্রাফির ইতিহাস
- Schematic ডায়াগ্রামসহ ডিজিটাল রেডিওগ্রাফির কার্যাবলি
- ডিজিটাল রেডিওগ্রাফি ও কম্পিউটেড রেডিওগ্রাফির মধ্যে তুলনা
- ডিজিটাল রেডিওগ্রাফির সুবিধা



শিখনফল







- চৌম্বক (magnet) : চৌম্বকটি স্ক্যানারের বৃহত্তম এবং ব্যয়বহুল উপাদান এবং স্ক্যানারের বাকী অংশটি চারপাশে নির্মিত হয়। চৌম্বক শক্তি teslas (T) দিয়ে পরিমাপ করা হয়।
- ক্লিনিকাল চৌম্বকগুলি সাধারণত 0.1–3.0 T পরিসরে ক্ষেত্র শক্তি রাখে এবং মানুষের ব্যবহারের জন্য 9.4 T অবধি এবং প্রাণীজন্মের জন্য 21 T পর্যন্ত গবেষণা ব্যবস্থা উপলব্ধ।
- কেন্দ্রের মধ্যে চৌম্বকীয় রেখাগুলির সরলতা (বা এটি প্রযুক্তিগতভাবে জানা যায়, আইসো-কেন্দ্র থেকে) চৌম্বকটির কাছাকাছি-নিখুঁত হওয়া দরকার।
- স্ক্যান অঞ্চলের মধ্যে (Fluctuations) ওঠানামার প্রতি মিলিয়ন (3 ppm) এর তিনটি অংশের কম হওয়া উচিত।



০ তিন ধরনের চৌম্বক ব্যবহৃত হয়েছে:

1. **স্থায়ী চৌম্বক(Permanent magnet):** স্থির চৌম্বকীয় ক্ষেত্র সরবরাহের জন্য ফেরোম্যাগনেটিক পদার্থগুলি (যেমন, নেওডিয়ামিয়ামের মতো বিরল-পৃথিবী উপাদানযুক্ত স্টিল অ্যালো) থেকে তৈরি প্রচলিত চৌম্বকগুলি ব্যবহার করা যেতে পারে।
- ০ একটি স্থায়ী চৌম্বক যা একটি এমআরআইতে ব্যবহারের জন্য যথেষ্ট শক্তিশালী তা অত্যন্ত বড় এবং বিশাল হবে; এগুলির ওজন 100 টনেরও বেশি হতে পারে। স্থায়ী চৌম্বক MRI গুলিতে বজায় রাখতে খুব সাশ্রয়ী; অন্যান্য এমআরআই চুম্বকের তুলনায় স্থায়ী চৌম্বক কেবলমাত্র দুর্বল ক্ষেত্র শক্তি অর্জন করতে সক্ষম (সাধারণত 0.4 টি এর চেয়ে কম) এবং তারা সীমিত নিভুল এবং স্থায়িত্বের হয়।
- ০ স্থায়ী চৌম্বকগুলি বিশেষ সুরক্ষার সমস্যাগুলিও উপস্থাপন করে; যেহেতু তাদের চৌম্বকীয় ক্ষেত্রগুলি "বন্ধ" করা যায় না, ফেরোম্যাগনেটিক অবজেক্টগুলি সরাসরি যোগাযোগে এলে তাদের থেকে অপসারণ করা কার্যত অসম্ভব।
- ০ স্থায়ী চৌম্বকগুলি তাদের ইনস্টলেশনের সাইটে আনার সময় বিশেষ যত্ন নেওয়া প্রয়োজন।
- ০ **২। প্রতিরোধমূলক বৈদ্যুতিক চৌম্বক(Resistive electromagnet):** তামা তারের থেকে প্রাপ্ত একটি সোলেনয়েড ক্ষত স্থায়ী চুম্বকের বিকল্প।
- ০ একটি সুবিধা প্রাথমিক খরচ (initial cost) কম হয়, কিন্তু ক্ষেত্রের শক্তি এবং স্থায়িত্ব সীমাবদ্ধ।
- ০ বৈদ্যুতিন চৌম্বকটি অপারেশন চলাকালীন যথেষ্ট বৈদ্যুতিক শক্তি প্রয়োজন যা এটি পরিচালনা করতে ব্যয়বহুল করে তুলতে পারে। এই নকশাটি মূলত অপ্রচলিত।

- ৩। বৈদ্যুতিক চৌম্বকীয়(Superconducting electromagnet): যখন একটি নিওবিয়াম-টাইটানিয়াম বা নিওবিয়াম-টিন মিশ্রণটি তরল হিলিয়াম দ্বারা 4 কে (-269°C , -452°F) এ ঠাণ্ডা করা হয় তখন এটি একটি সুপার কন্ডাক্টর হয়ে যায়, বৈদ্যুতিক স্রোতের প্রবাহের প্রতিরোধকে হারিয়ে ফেলে।
- সুপারকন্ডাক্টরগুলি দিয়ে তৈরি একটি বৈদ্যুতিক চৌম্বকটি অত্যন্ত উচ্চ স্থায়িত্ব সহ অত্যন্ত উচ্চ ক্ষেত্রের শক্তি থাকতে পারে। এই ধরনের চৌম্বকগুলি নির্মাণ অত্যন্ত ব্যয়বহুল এবং ক্রায়োজেনিক হিলিয়াম ব্যয়বহুল এবং পরিচালনা করা কঠিন। তবে, তাদের ব্যয় সত্ত্বেও, হিলিয়াম কুলড সুপারকন্ডাক্টিং ম্যাগনেটগুলি আজ এমআরআই স্ক্যানারগুলিতে সর্বাধিক পাওয়া যায়।
- চুম্বক বিভিন্ন আকারে পাওয়া যায়। তবে স্থায়ী চৌম্বকগুলি প্রায়শই 'সি' আকারযুক্ত, এবং সুপারকন্ডাক্টিং চৌম্বকগুলি প্রায়শই নুলাকার হয়। সি-আকৃতির সুপারকন্ডাক্টিং ম্যাগনেট এবং বাক্স-আকৃতির স্থায়ী চৌম্বকগুলিও ব্যবহৃত হয়েছে।
- চৌম্বকীয় ক্ষেত্র শক্তি চিত্রের গুণমান নির্ধারণের জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। উচ্চতর চৌম্বকীয় ক্ষেত্রগুলি উচ্চতর রেজোলিউশন বা দ্রুত স্ক্যানের অনুমতি দেয়, signal to noise ratio বাড়ায়। তবে নির্দিষ্ট বিশেষজ্ঞের ব্যবহারের জন্য (উদাঃ, মস্তিষ্কের চিত্র) উচ্চ ক্ষেত্রের শক্তি কাম্য, কিছু হাসপাতাল এখন 3.0 T স্ক্যানার ব্যবহার করে।