Radio Frequency Coils

RF coils are needed to ***receive*** and/or ***transmit the RF signals*** used in MRI scanners. هناك حاجة إلى ملفات التردد اللاسلكي لاستقبال و/أو إرسال إشارات التردد اللاسلكي المستخدمة في ماسحات التصوير بالرنين المغناطيسي.
RF coils system comprises the ***set of components*** for ***transmitting and receiving the radiofrequency waves*** involved in ***exciting the nuclei***, ***selecting slices***, ***applying gradients*** and in ***signal acquisition***. يشتمل نظام ملفات التردد اللاسلكي على مجموعة من المكونات لإرسال واستقبال موجات التردد الراديوي المشاركة في إثارة النوى واختيار الشرائح وتطبيق التدرجات والحصول على الإشارة.

RF coils are ***vital component*** in the ***performance of the radiofrequency system***. They are one of the most important components that ***affect image quality*** and obtaining clear images of the human body. تعتبر ملفات الترددات اللاسلكية مكونًا حيويًا في أداء نظام الترددات الراديوية. وهي من أهم المكونات التي تؤثر على جودة الصورة والحصول على صور واضحة لجسم الإنسان.

RF coils for MRI can be categorized into ***two*** different categories: ***Volume coils*** and ***Surface coils.*** يمكن تصنيف ملفات الترددات اللاسلكية الخاصة بالتصوير بالرنين المغناطيسي إلى فئتين مختلفتين: ملفات الحجم والملفات السطحية.

1) *Volume RF Coils* ملفات الترددات اللاسلكية ذات الحجم الكبير (1

The ***volume coil*** is designed to provide a ***homogeneous RF field inside the coil*** which ishighly ***desirable for transmit***, but is ***less ideal*** for ***small region of interest***. تم تصميم ملف الحجم لتوفير مجال RF متجانس داخل الملف وهو أمر مرغوب فيه للغاية للإرسال، ولكنه أقل مثالية للمنطقة الصغيرة محل الاهتمام.

The ***large field of view*** of volume coils means that they ***receive the noise from the wholebody***, not just the region of interest..إن مجال الرؤية الكبير للملفات الحجمية يعني أنها تتلقى الضوضاء من الجسم بأكمله، وليس فقط من المنطقة محل الاهتمام

Volume coils need to have the ***area of examination inside the coil***..تحتاج ملفات الحجم إلى منطقة الفحص داخل الملف
They can be used for ***transmit and receive***, although sometimes for **receive only**. ويمكن استخدامها للإرسال والاستقبال، على الرغم من أنها تستخدم في بعض الأحيان للاستقبال فقط.
Most ***clinical applications*** volume coil is built to perform ***whole-body imaging***, and ***smaller volume coils*** have been constructed for the ***head and other extremities***. تم تصميم الملفات الحجمية في معظم التطبيقات السريرية لإجراء تصوير لكامل الجسم، كما تم إنشاء ملفات أصغر حجمًا للرأس والأطراف الأخرى.

These coils are ***requiring a great deal of RF power*** because of ***their size***, so they areoften driven in ***quadrature*** in order to reduce by ***two the RF power requirements***. تتطلب هذه الملفات قدرًا كبيرًا من طاقة التردد اللاسلكي نظرًا لحجمها، لذلك غالبًا ما يتم تشغيلها بشكل تربيعي لتقليل متطلبات طاقة التردد اللاسلكي بمقدار اثنين.

The ***head coil*** is a ***transmit/receive*** coil; the ***knee coil*** is ***receive only***.
ملف الرأس عبارة عن ملف إرسال/استقبال؛ يتم استلام ملف الركبة فقط.

Figure 9.5: shows two volume coils (a) Head coil (b) Knee coil

2) ***Surface Coils*** *الملفات السطحية (1*

Surface coils have very ***high RF sensitivity*** over a ***small area*** of interest. **تتمتع الملفات السطحية بحساسية عالية جدًا للترددات اللاسلكية على مساحة صغيرة من الاهتمام.**

As the name already implies, surface coils are ***placed over or around the surface*** of the anatomy of interest to the patient directly such as the ***temporo-mandibular joint***, the ***orbits*** or the ***shoulder***. **كما يوحي الاسم بالفعل، يتم وضع الملفات السطحية فوق أو حول سطح التشريح الذي يهم المريض مباشرة مثل المفصل الصدغي الفكي، ومدارات الكتف.**

Surface coil consists ***of single or multi-turn loops*** of ***copper wire***. **يتكون الملف السطحي من حلقات مفردة أو متعددة الدورات من الأسلاك النحاسية.**

They have a ***high Signal to Noise Ratio (SNR)*** and allow for very ***high-resolution*** imaging ***because their small field of view*** and hence they only ***detect noise from the region of interest***. **لديهم نسبة إشارة إلى ضوضاء عالية وتسمح بتصوير عالي الدقة نظرًا لأن مجال رؤيتهم صغير وبالتالي فهي تكتشف الضوضاء من المنطقة محل الاهتمام فقط.**

The ***disadvantage*** is that they ***loose signal uniformity very quickly*** when you move away from the coil.**العيب هو أنها تفقد تماثل الإشارة بسرعة كبيرة عندما تبتعد عن الملف.**

In case of a ***circular surface coil***, the ***depth penetration is about half its diameter***. **في حالة الملف ذو السطح الدائري، يبلغ عمق الاختراق حوالي نصف قطره**

Surface coils make ***poor transmit coils*** because they have ***poor RF homogeneity***, even over their region of interest. Figure 9.6 shows a few examples of surface coils.

تجعل الملفات السطحية ملفات إرسال رديئة نظرًا لضعف تجانس الترددات اللاسلكية فيها، حتى في المنطقة التي تهمها. يوضح الشكل 9.6 بعض الأمثلة على الملفات السطحية.

Figure 9.6: few examples of surface coils.

Quadrature Coils

The quadrature coil consists ***of two coils***, which are ***placed at right angles*** to one another that mean ***oriented 90 degrees*** relative to each other. Therefore, the MRI signals received by each, coil is ***90 degrees out of phase*** with each other. **يتكون الملف التربيعي من ملفين، يتم وضعهما بزوايا قائمة لبعضهما البعض مما يعني أنهما موجهان بزاوية 90 درجة بالنسبة لبعضهما البعض. ولذلك، فإن إشارات التصوير بالرنين المغناطيسي التي يستقبلها كل ملف تكون خارج الطور بمقدار 90 درجة مع بعضها البعض.**

The ***advantage*** of this design is that they produce √***2 more signal*** than ***single loop coils***. **ميزة هذا التصميم هي أنها تنتج إشارة أكثر من الملفات أحادية الحلقة**

.The quadrature coil operates in the ***circular polarization circularization mode***. **يعمل الملف التربيعي في وضع التعميم الاستقطاب الدائري.**

The quadrature coil can ***generate three types of images***: ***Real image***, ***Imaginary image***,and ***Magnitude image***. Nowadays, most ***volume coils are Quadrature coils***. Figure 9.7. **يمكن للملف التربيعي توليد ثلاثة أنواع من الصور: الصورة الحقيقية، والصورة التخيلية، والصورة ذات الحجم. في الوقت الحاضر، معظم ملفات الحجم هي ملفات تربيعية. الشكل 9.7.**

Phased Array Coils **ملفات المصفوفة المرحلية**

Phased array coils consist of ***multiple surface coils*** with ***small diameter*** which arecombined (coil elements in phased array) to ***record the signal simultaneously and independently***, so a ***greater level can be explored***. **تتكون ملفات المصفوفة المرحلية من ملفات سطحية متعددة ذات قطر صغير يتم دمجها (عناصر الملف في المصفوفة المرحلية) لتسجيل الإشارة في وقت واحد وبشكل مستقل، بحيث يمكن استكشاف مستوى أكبر.**

Surface coils have the ***highest signal-to-noise ratio (SNR)*** than that ***delivered by onelarge diameter*** but have a ***limited sensitive area***. **تتمتع الملفات السطحية بأعلى نسبة إشارة إلى ضوضاء مقارنة بتلك التي يتم توصيلها بقطر واحد كبير ولكنها تحتوي على منطقة حساسة محدودة.**

By combining ***4 or 6*** surface coils it is possible ***to create a coil with a large sensitivearea***.
من خلال الجمع بين 4 أو 6 ملفات سطحية، من الممكن إنشاء ملف ذو منطقة حساسة كبيرة.

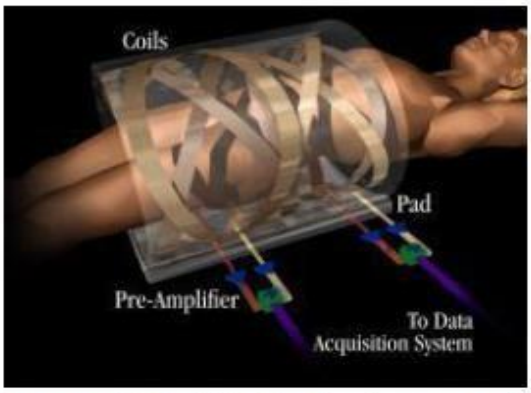
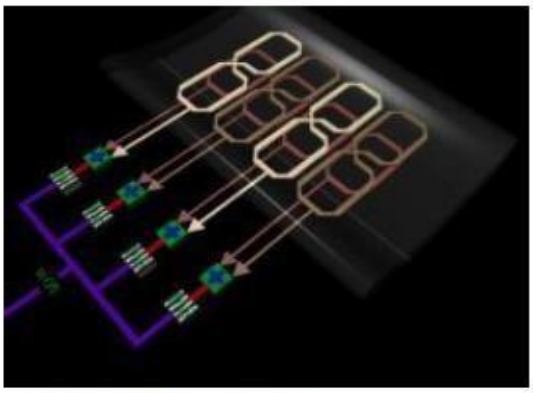


Figure 9.7: QD Body Array coil



Spine Array coil

The ***QD Body Array coil is a volume coil***, while the ***Spine Array coil is a surface coil***.***Phased Array coils produce in average √2 more signal than Quadrature coils***. ***الملف عبارة عن ملف حجمي، بينما الملف عبارة عن ملف سطحي. تنتج ملفات المصفوفة المرحلية في المتوسط إشارة أكثر من ملفات التربيع.***

Today most MRI systems come with ***Quadrature and phased array coils***. **اليوم، تأتي معظم أنظمة التصوير بالرنين المغناطيسي مع ملفات تربيعية ومصفوفة مرحلية.**

Other Hardware

There is ***more hardware*** needed to make an ***MRI system*** work. A ***very important part*** is the ***Radio Frequency (RF) chain***, which ***produces the RF signal*** transmitted into the patient, and ***receives the RF*** signal from the patient (see figure 9.8). Actually, the ***receive coil is a part of the RF chain***. **هناك المزيد من الأجهزة اللازمة لتشغيل نظام التصوير بالرنين المغناطيسي. جزء مهم جدًا هو سلسلة الترددات الراديوية، التي تنتج إشارة التردد اللاسلكي المنقولة إلى المريض، وتستقبل إشارة التردد اللاسلكي من المريض (انظر الشكل 9.8). في الواقع، يعد ملف الاستقبال جزءًا من سلسلة الترددات اللاسلكية.**

Faraday shield **درع فاراداي**

The frequency range used in MRI is the same as used for **radio transmissions**. That's why MRI scanners are placed in a ***Faraday cage to prevent radio waves*** to enter the scanner room, which may cause artifacts on the MRI image. Someone once said: "***MRI is like watching television with a radio***". **نطاق التردد المستخدم في التصوير بالرنين المغناطيسي هو نفس نطاق التردد المستخدم في البث الإذاعي. ولهذا السبب يتم وضع ماسحات التصوير بالرنين المغناطيسي في قفص فاراداي لمنع موجات الراديو من الدخول إلى غرفة الماسح الضوئي، مما قد يسبب تشوهات في صورة التصوير بالرنين المغناطيسي. قال أحدهم ذات مرة: "التصوير بالرنين المغناطيسي يشبه مشاهدة التلفزيون مع الراديو"**

To ***function properly***, an MRI scanner needs to sit in a ***specialized room*** or chamber ***shielded against RF interference***.
يعمل بشكل صحيح، يحتاج ماسح التصوير بالرنين المغناطيسي إلى الجلوس في غرفة أو غرفة متخصصة محمية ضد تداخل الترددات اللاسلكية.

Without such protection the very ***weak RF signals*** that emanate from the patient whenscanned would be ***overwhelmed***..**وبدون هذه الحماية، فإن إشارات التردد اللاسلكي الضعيفة جدًا التي تنبعث من المريض عند فحصه سوف يتم إغراقها**

Also, to stop the radio frequencies produced by the scanner from interfering with ***equipment outside the cage***. ***وأيضاً لمنع ترددات الراديو التي يصدرها الماسح الضوئي من التداخل مع المعدات الموجودة خارج القفص.***

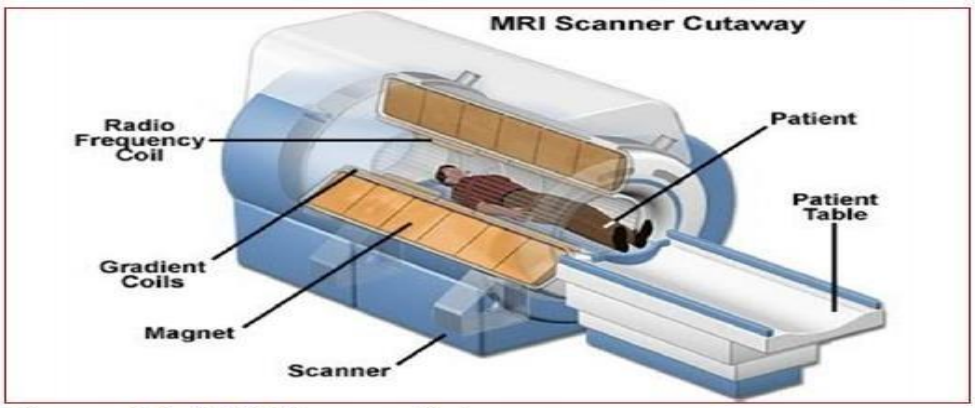


Figure 9.8: MRI Scanner Cutaway

Furthermore, one needs ***a processor to process the received signal***, as well as to ***controlthe complex business of scanning***. **علاوة على ذلك، يحتاج المرء إلى معالج لمعالجة الإشارة المستقبلة، وكذلك للتحكم في أعمال المسح المعقدة**