

RADIOASTRONOMIA

Professor Angelo Antonio Leithold

Conteúdo

1	Radioastronomia	1
1.1	História	1
1.2	Prêmio Nobel	2
1.3	Ver também	2
1.4	Referências	2
1.5	Ligações externas	2
2	Radiotelescópio	3
2.1	Ver também	3
2.2	Referências	3
2.3	Ligações externas	4
3	Radar	5
3.1	História	5
3.2	Funcionamento	5
3.3	Construção física	5
3.3.1	Sistema de transmissão	5
3.3.2	Oscilador	6
3.3.3	Modulador	6
3.3.4	Transmissor	6
3.3.5	Antena	6
3.3.6	Sistema de recepção	6
3.3.7	Antena	6
3.3.8	Comutador	6
3.3.9	Receptor	7
3.4	Tipos de radar	7
3.4.1	Radar de pulso simples	7
3.4.2	Radar de pulso contínuo (CW)	7
3.4.3	Radar de abertura sintética	7
3.4.4	Phased-Array Radar	8
3.4.5	Radares secundários	8
3.5	Emprego	8
3.5.1	Marinha	8

3.5.2	Aeronáutica	8
3.5.3	Exército	9
3.5.4	Meteorologia	9
3.5.5	Aplicações científicas	9
3.5.6	Trânsito	9
3.6	Ecolocalização	10
3.7	Ver também	10
3.8	Referências	10
3.9	Ligações externas	10
3.10	Fontes, contribuidores e licenças de texto e imagem	11
3.10.1	Texto	11
3.10.2	Imagens	11
3.10.3	Licença	12

Capítulo 1

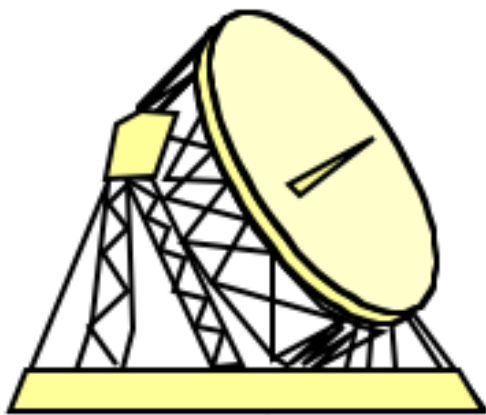
Radioastronomia



Radiotelescópio de Goldstone

A **radioastronomia** é um ramo da astronomia que estuda as radiações electromagnéticas emitidas ou refletidas pelos corpos celestes. A recepção destas radiações electromagnéticas é feita por intermédio de radiotelescópios.

1.1 História



Antena de radiotelescópio.

Antes de Jansky ter observado a Via Láctea na década de 1930, os físicos já especulavam sobre as ondas de rá-

dio, serem usadas para observar fontes astronômicas. Na década de 1860, as equações de James Clerk Maxwell haviam mostrado que a radiação eletromagnética, associação entre eletricidade e o magnetismo, poderia existir em qualquer comprimento de onda. Várias tentativas foram feitas para detectar emissões de rádio do Sol, foram experimentadas por Nikola Tesla e Oliver Lodge, mas essas tentativas foram incapazes de detectá-las por limitações técnicas dos seus instrumentos.^[1]

Karl Jansky fez a descoberta da primeira fonte de rádio astronômica serendipidamente, no início da década de 1930. Como um engenheiro dos laboratórios de Bell Telephone, estava investigando a estática que interferia nas transmissões de voz transatlântica por ondas curtas. Usando uma grande antena direcional, Jansky notou que seu sistema analógico de gravação de papel e caneta manteve a gravar um sinal de repetição de origem desconhecida. Uma vez que o sinal que os atingia era a cada 24 horas, aproximadamente. Inicialmente, Jansky suspeitava que a fonte de interferência era o Sol que cruzava o ponto de visão da sua antena direcional. Continuou a análise que lhe mostrou que a fonte não seguia o ciclo diário de 24 horas do Sol exactamente, mas em vez disto, repetia o ciclo de 23 horas e 56 minutos. Jansky discutiu com seu amigo sobre os fenômenos intrigantes, o astrofísico e professor Albert Melvin Skellett, que apontou que o tempo entre os picos de sinal era a duração exata de um dia sideral.^[2]

Ao comparar as suas observações com mapas astronômicos, Jansky, afinal, concluiu que a fonte de radiação que produziu o pico quando o ponto de visão de sua antena se direcionava para a parte mais densa da Via Láctea, na constelação de Sagitário.^[3]

Ele concluiu que, o Sol (e, portanto, outras estrelas) não eram grandes emissores de ruído de rádio, e a interferência de rádio estranha poderia ser gerada por gás e poeira interestelar da galáxia.^[2] (O pico da fonte de rádio de Jansky, um dos mais brilhantes no céu, foi designado Sagittarius A em 1950 e, em vez do “gás e poeira” galáctica inicialmente, desde então, foram encontrados emissões de rádio produzidos por elétrons envolvidos por um forte campo magnético do complexos objetos encontrados nessa área).^{[4][5]}

Grote Reber foi inspirado pelos trabalhos de Jansky, e construiu um rádio telescópio parabólico com diâmetro de 9m em seu próprio quintal em 1937. Ele começou a repetir as observações de Jansky, e passou a realizar o primeiro levantamento do céu nas frequências de rádio.^[6]

Na Universidade de Cambridge, a pesquisa da ionosfera foram realizadas durante a Segunda Guerra Mundial, J.A. Ratcliffe, juntamente com outros membros da Instituto de Pesquisa em Telecomunicações que havia realizado pesquisa em tempo de guerra com radar, criaram um grupo de radiofísica na universidade onde foram observadas as emissões de ondas de rádio a partir do Sol e estudadas. Esta pesquisa inicial, logo se ramificou em observação de outras fontes de rádio celestial e nas técnicas de interferometria, onde foram pioneiros a isolar a origem angular das emissões detectadas.

Martin Ryle e Antony Hewish no Grupo de astrofísicos de Cavendish desenvolveram a técnica de síntese de abertura com rotação da Terra. O grupo de radioastronomia em Cambridge passou a encontrar-se no Observatório rádio astronômico de Mullard perto de Cambridge em 1950. Durante o final dos anos 1960 e início dos anos 1970, como computadores (como o Titan) tornou-se capaz de lidar com a transformada de Fourier computacionalmente, eles usaram a síntese de abertura para criar uma abertura efetiva de 'Uma Milha' e mais tarde uma abertura efetiva "5 km" usando nos telescópios One-Mile e Ryle, respectivamente. Usaram o interferômetro de Cambridge para mapear as fontes de rádio no céu, produzindo os famosos levantamentos 2C e 3C de fontes de rádio.^[7]

1.2 Prêmio Nobel

Em quatro ocasiões o Prêmio Nobel de Física foi atribuído a trabalhos realizados no campo da Radioastronomia:^[8]

- 1974: Martin Ryle e Antony Hewish
- 1978: Arno Allan Penzias e Robert Woodrow Wilson
- 1993: Russell Alan Hulse e Joseph Hooton Taylor Jr.
- 2006: John Mather e George Smoot

1.3 Ver também

- Atacama Large Millimeter Array

1.4 Referências

- [1] F. Ghigo (:). «Pre-History of Radio Astronomy». Consultado em 2010-04-09.
- [2] «World of Scientific Discovery on Karl Jansky». Consultado em 2010-04-09. (em inglês)
- [3] Jansky, Karl G. (1933). «Radio waves from outside the solar system». *Nature* [S.l.: s.n.] **132** (3323): 66. Bibcode:1933Natur.132...66J. doi:10.1038/132066a0.
- [4] Radoje Belusević. *Relativity, astrophysics and cosmology: Volume 1* [S.l.: s.n.] ISBN 3-527-40764-2. , Wiley, 2008, p. 163. (em inglês)
- [5] Bojan Kambic. *Viewing the Constellations with Binoculars: 250+ Wonderful Sky Objects to See and Explore* [S.l.: s.n.] ISBN 0-387-85355-3., Springer Science & Business Media, 2009 ,pág. 131-133 (em inglês)
- [6] «Grote Reber». Consultado em 2010-04-09.
- [7] «Radio Astronomy». Cambridge University: Department of Physics. Arquivado desde o original em 2013-11-10.
- [8] Panel on Frequency Allocations and Spectrum Protection for Scientific Uses (2007). *Handbook of Frequency Allocations and Spectrum Protection for Scientific Uses* (em inglês) (Washington: The National Academies Press). p. 11. ISBN 0-309-66465-9.

1.5 Ligações externas

- ARARA

Capítulo 2

Radiotelescópio



O radiotelescópio de 26 metros no Observatório Mount Pleasant, Tasmânia, Austrália.

Contrastando com um telescópio óptico, que produz imagens a partir da luz visível, um **radiotelescópio** observa as ondas de rádio emitidas por fontes de rádio, normalmente através de uma ou um conjunto de antenas parabólicas de grandes dimensões.^[1]

O maior radiotelescópio é o **RATAN-600** (Rússia) com 576 m de diâmetro da antena circular.

No entanto, o mais conhecido (embora não sendo capaz de ser direccionado) é o Radiotelescópio de Arecibo, localizado em Arecibo, Porto Rico. Outro, também muito conhecido, é o Very Large Array (VLA), em Socorro, Novo México. O maior radiotelescópio na Europa tem uma antena de 100 metros de diâmetro, em Effelsberg, Alemanha, e também foi, durante 30 anos, o maior, com a possibilidade de ser direccionado, até à inauguração do Telescópio Green Bank em 2000. O diâmetro típico de uma antena de um radiotelescópio é de 25 metros, e dezenas de radiotelescópios de tamanho idêntico operam em rádio-observatórios em todos o mundo.^[1]

No Brasil, o principal radiotelescópio existente é o Rádio Observatório de Itapetinga^[2], com uma grande antena de quase 14 metros de diâmetro - tamanho muito próximo ao da antena encontrada em Euzébio, no Ceará, um dos principais equipamentos que medem a Geodésia no mundo - que observa, principalmente, dados provenientes do Sol, além de outras fontes como galáxias e planetas. Opera entre as frequências de 22 e 48 GHz. Em Cachoeira Paulista está localizado um dos radiotelescópios do Projeto GEM,

que mede continuamente a emissão rádio da Via Láctea na faixa compreendida entre 408 MHz e 10 GHz.^{[3][1]}

Em Portugal, será instalado em Pampilhosa da Serra outro radiotelescópio do Projeto GEM.

A área da **Astronomia** relacionada com as observações realizadas por estes radiotelescópios é designada de **radioastronomia**.^[1]

Muitos dos corpos celestes, como os pulsares ou galáxias activas (como os quasares), produzem radiação em radiofrequência e são, portanto, observáveis na região rádio do espectro electromagnético. Examinando a frequência, potência e tempo das emissões rádio destes objectos, os astrónomos podem aumentar a sua percepção do Universo.^[1]

Os radiotelescópios são também, ocasionalmente, incluídos na procura de vida extraterrestre e no acompanhamento das sondas espaciais (ver Deep Space Network) e satélites.

Atualmente a China, está criando o que será o maior radiotelescópio do mundo que terá o tamanho de 30 campos de Futebol.

2.1 Ver também

- Lista de radiotelescópios
- Atacama Large Millimeter Array

2.2 Referências


- [1] Universidade Federal do Rio de Janeiro. . "Rádio Telescópio".
- [2] "Radiobservatório do Itapetinga".
- [3] Tello, C. *et al.* (2000). "Spillover and diffraction side-lobe contamination in a double-shielded experiment for mapping Galactic synchrotron emission". *Astronomy and Astrophysics Supplement Series* **145**: 495-508.

2.3 Ligações externas

- Página do Radiotelescópio GEM.
- Radiotelescópio que escuta a Via Láctea é hoje inaugurado (em português)
- Começa construção do maior radiotelescópio no Canadá (em português)
- Radiotelescópio russo surpreende ao visualizar galáxias distantes com precisão (em português)
- Brasil e Argentina assinam convênio para construção de radiotelescópio (em português)
- Título não preenchido, favor adicionar (em português)

Capítulo 3

Radar

 **Nota:** Para outros significados, veja **Radar** (desambiguação).

O **radar**, do inglês **R**adio **D**etection **A**nd **R**anging (Detecção e Telemetria por Rádio), é um dispositivo que permite detectar objetos distantes e inferir suas distâncias à antena direcional transceptora do rádio.

Ondas eletromagnéticas são emitidas pela antena de forma direcional e refletidas por objetos distantes. De maneira a mais simples, a detecção das ondas refletidas e o cômputo do tempo entre transmissão e recepção permitem determinar a localização do objeto.

Em radares mais sofisticados, outras propriedades das ondas eletromagnéticas são aproveitadas de forma a se melhorar a precisão de informações inerentes, ou a fim de se obterem demais informações concernentes aos alvos, a exemplo, suas velocidades.

3.1 História

O primeiro radar foi construído em 1904, por Christian Hülsmeyer na Alemanha, naquela época não houve utilidade prática para o dispositivo, de baixa precisão, construção difícil, e sistema de detecção de eco ineficiente.

Em 1934, Pierre David, revisando teoria eletromagnética, encontrou o estudo realizado pelo alemão, iniciou então, experiências para o desenvolvimento de um sistema de detecção por ondas de rádio de alta frequência, eficiente para a localização de aviões. Simultaneamente, Henri Gutton e Maurice Ponte, conseguiram criar um dispositivo de detecção que funcionou com grande precisão.

Em 1935, foi instalado o primeiro sistema de Radiotelemetria no navio Normandie com o objetivo de localizar e prevenir a aproximação de obstáculos.

No início da Segunda Guerra Mundial (1939), Watson-Watt, melhorou e desenvolveu novas tecnologias, utilizando o sistema de telemetria fixa e rotatória.

Os radares foram muito importantes na previsão de ataques inimigos, pois os ingleses sabiam com precisão a distância, velocidade e direção do ataque, tendo tempo de dar o alarme para a população se proteger, diminuindo

imensamente as baixas civis, apesar do bombardeio constante efetuado pelos alemães.

As Potências do Eixo, também estavam a desenvolver sistema similar, porém seu uso era diferente, os radares alemães, eram para aumentar a precisão de tiro, facilitando o direcionamento dos projéteis ao alvo.

3.2 Funcionamento

Um radar é composto por uma antena transmissora/receptora de sinais para Super Alta Frequência (SHF), a transmissão é um pulso eletromagnético de alta potência, curto período e feixe muito estreito. Durante a propagação pelo espaço, o feixe se alarga em forma de cone, até atingir ao alvo que está sendo monitorado, sendo então refletido, e, retornando para a antena, que neste momento é receptora de sinais.

Como se sabe a velocidade de propagação do pulso, e pelo tempo de chegada do eco, pode-se facilmente calcular a distância do objeto. É possível também, saber se o alvo está se afastando, ou se aproximando da estação, isto se deve ao Efeito Doppler, isto é, pela defasagem de frequência entre o sinal emitido e recebido.

3.3 Construção física

O equipamento de radar é composto de uma antena transceptora, da linha de transmissão, ou guia de onda, de um transmissor de alta potência e alta frequência, do sistema de recepção, decodificação, processamento e visualização das informações coletadas, além da mesa de interface entre equipamento e operador.

3.3.1 Sistema de transmissão

O sistema de transmissão é composto por 3 elementos principais: o oscilador, o modulador, e o próprio transmissor. O transmissor fornece radiofrequência para a antena em forma de pulsos eletromagnéticos modulados de alta potência que são disparados contra a antena

parabólica que remete-os unidirecionalmente em direção ao alvo.

3.3.2 Oscilador

A produção do sinal do radar começa no oscilador, que é um dispositivo que gera **radiofrequência** num comprimento de onda desejado.

A maioria dos radares usa bandas de frequências de rádio (MHz- milhões de Hertz até centenas de milhões) ou de **micro-ondas** (de centenas de milhões até GHz- dezenas de bilhões de Hertz).

O dispositivo precisa produzir uma **frequência** estável, pois o radar necessita de precisão para calcular o efeito Doppler.

3.3.3 Modulador

O **modulador**, pode variar o sinal em **amplitude** ou **frequência**, conforme o caso. Num radar de pulso, o sinal é ligado e desligado rapidamente no oscilador, neste caso, o modulador faz a **mistura** de um comprimento de onda secundário à frequência fundamental.

Da estabilidade do sinal gerado no oscilador e da modulação dependerá a qualidade do **eco** captado após atingir o alvo.

3.3.4 Transmissor

A função do transmissor é amplificar o sinal gerado no oscilador e misturado no modulador. Dependendo do **ganho**, um transmissor pode amplificar a **potência** de 1 Watt para 1 Megawatt.

Os radares em geral, necessitam enviar **pulsos de alta potência**, que após se **propagarem**, atingem o alvo e refletem numa espécie de **eco**. O sinal refletido, bem mais fraco que o emitido, é captado pela antena e amplificado novamente.

3.3.5 Antena

Depois que o transmissor amplifica o sinal no nível desejado, ele envia para a antena, que em alguns radares tem a forma de um prato de metal (**Antena parabólica**).

As ondas eletromagnéticas, depois de geradas e amplificadas, são levadas por **guias de onda** em direção ao foco do disco parabólico. Disparadas contra a parábola, se propagam para o ambiente.

O extremo de saída da guia de onda é localizado no foco da parabólica. Semelhante às ondas luminosas no foco de num **espelho parabólico**, as ondas de radar se propagam em direção à parábola e por esta são emitidas em unidirecionalmente ao alvo.

Normalmente as antenas são giratórias, para mudar a direção das emissões, permitindo que o radar faça uma **varredura** na área ao invés de sempre apontar para a mesma direção.

3.3.6 Sistema de recepção

O receptor do radar detecta e amplifica os ecos produzidos quando as ondas refletem no alvo. Geralmente a antena de transmissão e recepção é a mesma, principalmente nos radares pulsados.

O sistema funciona da seguinte forma:

- O pulso gerado é disparado contra a antena que o envia ao espaço. O sinal **bate** no alvo e retorna em forma de eco. Neste momento é captado pela mesma antena, pois o transmissor está desligado. Pois, se estivesse ligado, devida alta potência, o receptor não receberia o pulso refletido, e sim o pulso emitido.

Para gerenciar a transcepção do radar, é utilizado um dispositivo que comuta o momento de transmissão e recepção. Determinando assim quando a antena está ligada ao transmissor ou ao receptor

O receptor, recebe o sinal fraco provindo do alvo em direção à antena e amplifica-o. (V)

Após a ampliação, o sinal é processado, demodulado, integrado e enviado para o monitor que é lido pelo operador de radar.

3.3.7 Antena

A antena recebe o eco radioelétrico do sinal emitido no momento em que está comutada para recepção. Pelo fato de ser parabólica, reflete a radiofrequência em direção ao seu foco. O sinal é captado por um dispositivo localizado no ponto focal, este pode ser um dipolo, ou um pré amplificador de baixo ruído numa cavidade ressonante, neste momento, a radiofrequência se propaga através da linha de transmissão (No caso do pré amplificador estar localizado no foco) ou pela guia de onda em direção a um pré-amplificador localizado distante da antena.

3.3.8 Comutador

O comutador (ou duplexador) possibilita ao sistema de radar emitir sinais e recebê-los na mesma antena. Em geral, atua como um relê entre a antena e o conjunto transmissor/receptor.

Isso evita que o sinal de grande intensidade vindo do transmissor chegue ao receptor causando sobrecarga, pois o receptor espera por um sinal de retorno de baixa intensidade.

O relé comutador conecta o transmissor à antena somente quando o sinal está sendo transmitido. Entre dois pulsos, o comutador desconecta o transmissor e liga o receptor à antena.

Para o radar de pulso contínuo, o receptor e o transmissor operam ao mesmo tempo. Este sistema não opera com comutador. Neste caso, o receptor através de uma cavidade ressonante separa o sinal por frequências automaticamente.

Como o receptor precisa interpretar sinais fracos ao mesmo tempo que transmissor está operando, os radares de onda contínua têm duas antenas separadas, uma de transmissão e outra para recepção desfasada da primeira.

3.3.9 Receptor

Muitos radares modernos utilizam equipamentos digitais, pois este permite o executar funções mais complicadas. Para usar este tipo de equipamento, o sistema necessita de um conversor analógico-digital para transitar de uma forma a outra. A entrada do sinal analógico pode ser de qualquer valor, de zero a dez milhões, incluindo frações destes valores. Todavia, a informação digital trabalha a valores discretos, em intervalos regulares, como 0 e 1, ou 2, porém nada entre estes. O sistema digital pode requerer uma fração de sinal para arredondar números decimais como 0.66666667, ou 0.667, ou 0.7, ou mesmo 1. Após o sinal analógico ser convertido para sinal discreto, o número será usualmente expresso na forma binária, com uma série de zeros e uns que representam o sinal de entrada. O conversor analógico-digital mede o sinal analógico de entrada muitas vezes por segundo e expressa cada sinal como um número binário. Uma vez que o sinal é digitalizado, o receptor pode executar complexas funções sobre este. Uma das mais importantes funções para o receptor é o filtro Doppler, baseado no efeito do mesmo nome. Ele é usado para diferenciar alvos múltiplos. Seguindo do filtro Doppler, o receptor executa outras funções como maximizar a força do sinal de retorno, eliminar o ruído e a interferência do sinal.

Visor

O visor é o resultado final das etapas de conversão do sinal recebido pelo radar em informação útil. Antes, os sistemas de radares usavam apenas modulação em amplitude – o sinal de força, ou amplitude era função da distância da antena. Nestes sistemas, um ponto de sinal forte aparece no lugar da tela que corresponde o alvo distante. Mais usual e mais moderno é o visor de plano de indicação posicional (PPI). O PPI mostra a direção do alvo em relação ao radar (em relação ao norte) com um ângulo de medida de cima do visor, enquanto que a distância do alvo é representado como a distância até o centro do visor. Em alguns sistemas de radares que usam PPI mostra a real amplitude do sinal, enquanto que outros processam o si-

nal antes de exibi-lo e mostram alvos em potencial em forma de símbolos. Alguns sistemas simples de radares, para assinalar a presença de um objeto e não sua velocidade ou distância, notificam o controlador com um sinal de áudio, como um *beep*.

3.4 Tipos de radar

3.4.1 Radar de pulso simples

Estes são os de funcionamento mais simples. Um transmissor envia diversos pulsos de rádio, e entre a emissão de dois pulsos o receptor detecta as reflexões do sinal emitido. O radar de pulso simples necessita de precisos contadores em seu alternador para impedir que o transmissor envie algum sinal enquanto o receptor está analisando o sinal de resposta, assim impede também que o receptor faça alguma leitura enquanto o transmissor está operando. Normalmente, a antena desse tipo de radar pode rotacionar, aumentando a área de rastreamento. Esse tipo de radar é eficaz para localizar um alvo, mas deixa a desejar em se tratando de medir sua velocidade.

3.4.2 Radar de pulso contínuo (CW)

Como o próprio nome diz, estes radares emitem um sinal de rádio contínuo. Esse tipo de radar requer duas antenas distintas, uma para o transmissor e outra para o receptor, para que o sinal emitido não interfira na leitura do sinal de retorno. A emissão de um sinal contínuo permite que esse radar distinga objetos parados de objetos que estão em movimento, através da análise da diferença do sinal de resposta, causada pelo “efeito Doppler”. Este tipo de radar, entretanto, não é bom na detecção da posição exata do alvo.

3.4.3 Radar de abertura sintética

 Ver artigo principal: Radar de abertura sintética

Os radares SAR (*Synthetic Aperture Radar*) estão acoplados a uma aeronave ou a um satélite, e tem objetivo de localizar alvos em terra. Eles usam o movimento da aeronave, ou satélite, para “simular” uma antena bem maior do que ela realmente é. A habilidade destes radares diferenciarem dois objetos próximos depende da largura do sinal emitido, que depende do tamanho da antena. Como estas antenas devem ser transportadas por uma aeronave, normalmente estes radares são de antena pequena e sinal largo. Entretanto, o movimento da aeronave permite que o radar faça leituras consecutivas de diversos pontos; o sinal recebido é então processado pelo receptor, fazendo parecer que o sinal vem de uma antena grande, ao invés de uma pequena, permitindo que este tipo de radar tenha

uma resolução capaz de distinguir objetos relativamente pequenos, como um automóvel.

3.4.4 Phased-Array Radar

Enquanto a maioria dos radares utiliza-se de uma única antena que pode rotacionar para mudar a direção do sinal emitido e assim obter uma leitura de uma área maior; este tipo utiliza-se de “diversas” antenas fixas que recebem sinais de diferentes direções, combinando-os como desejado para adquirir uma direção específica. Estes radares podem “mudar a direção do sinal” eletronicamente, e de uma maneira muito mais rápida que radares convencionais, que o tem de fazer mecanicamente.

3.4.5 Radares secundários

São aqueles que, em vez de lerem sinais refletidos por objetos, lêem sinais de resposta, emitidos por dispositivos chamados *transponders* instalados nos veículos, aeronaves ou embarcações. Esses dispositivos respondem a sinais chamados interrogadores emitidos pelo transmissor do radar secundário, enviando sinais em resposta que podem conter informações codificadas, como por exemplo identificação e altitude da aeronave, posição, etc; são essenciais para o controle efetivo do tráfego aéreo, além de possibilitar a distinção de uma aeronave inimiga de uma aliada em seu emprego militar. A utilização deste tipo de dispositivo contorna algumas limitações de radares convencionais como baixa refletividade e falta de posicionamento vertical.

3.5 Emprego

3.5.1 Marinha

Na marinha, os radares são utilizados para a navegação, detectando e monitorando obstáculos ou outros navios que possam oferecer riscos até distâncias de 200 km, aproximadamente.

No caso de navios de guerra, existem radares para a detecção, aquisição e seguimento de alvos, e também para o controle de tiro de forma a aumentar a probabilidade de atingir o alvo com os projéteis disparados por peças de artilharia, metralhadoras, e para controle de lançamento de foguetes, mísseis e torpedos.

Existem os radares de defesa anti-aérea com alcance de até 200 km para detectar aeronaves inimigas orientando as defesas na sua direção. De igual forma os radares de aviso de superfície realizam a mesma função para alvos de superfície.

Atualmente os navios de guerra possuem sistemas de combate que recolhem a informação obtida por todos os radares instalados a bordo, facilitando a apresentação

dessa mesma informação aos operadores e aos decisores, podendo enviar automaticamente a informação para os sistemas de armas.

Nos Porta-aviões, existem radares de controle de tráfego aéreo, semelhantes aos dos aeroportos para controlar o lançamento e recolha de aeronaves com segurança e em movimento.

3.5.2 Aeronáutica

O emprego de radares na aeronáutica se dá, principalmente, no Controle e Vigilância do Tráfego Aéreo em Rota e em Terminal Aérea. Para o Controle de Tráfego Aéreo em Rota ela emprega radares primários, bi e tridimensionais, instalados em locais que permitam um melhor desempenho, alcance e visualização, daí, serem colocados em cima de montanhas. Na área da Amazônia são instalados nas proximidades dos aeródromos para melhor proteção e apoio. Os radares de Terminal são, em sua maioria, instalados na área do aeroporto e são bidimensionais, isto é, só fornecem informação de azimute e distância, não informando a altitude. No controle do tráfego aéreo em geral são também instalados juntos com os radares primários, os radares secundários que passam a fornecer para o controle de tráfego aéreo a altitude das aeronaves, caso estas estejam munidas do equipamento *transponder*. Há locais que só dispõem de radares secundários. Hoje seu uso é obrigatório nas terminais de maior movimento de aeronaves. Há também os radares instalados nos aeroportos que controlam o movimento no solo das aeronaves e são instalados em locais onde as condições meteorológicas se tornam adversas, como é o caso de Guarulhos em São Paulo. Nas bases aéreas também são instalados os radares de precisão (PAR), que levam as aeronaves de um determinado ponto -em torno de 6 milhas náuticas da cabeceira da pista- até o seu ponto de toque na cabeceira da pista. Neste caso, a aeronave é guiada por um controlador militar habilitado em terra que dispõe de informações precisas de sua posição quer em altitude ou em distância. Várias aeronaves civis já se utilizaram destes radares no Brasil devido às condições severas de mau tempo reinante na área.

A defesa aérea e vigilância utiliza radares mais específicos com detecção de alvos até 300 km para aviões em grande altitude, e alcance de até 30 km para aeronaves voando em baixa altitude.

Os radares de direcionamento bélico são utilizados para orientar os mísseis balísticos no momento inicial de arremesso, para depois da decolagem, internamente estes artefatos possuem equipamentos de orientação autônomos para dirigi-los até seu alvo.

Existem também radares de controle de tráfego e vigilância aérea de maior alcance, o sistema não se dá por uma única estação de vigilância e rastreamento, e sim por muitas interligadas e com os sinais processados de forma redundante pela somatória e processamento de todos os

dados numa central, no Brasil, o SISCEAB (Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro) possui um sistema que funciona desta forma, onde existem conjuntos de radares com alcance de até 4000 km, que interligados cobrem os 8,5 milhões de km² do território nacional.

As aeronaves de combate possuem radares de interceptação, radares de ataque com pulsos eletromagnéticos de alta definição que permitem o voo em baixa altitude sem visão direta do solo, além de radares nos mísseis ar-ar e ar-terra, para busca de alvos por sistemas de detecção eletromagnética, pois os sensores de calor são obsoletos e fáceis de ser despistados.

Existe também o radar meteorológico usados nos aviões, esse por sua vez tem a função de detectar no ar nuvens e até mesmo granizo, fazendo assim com o que os pilotos detectem essas formações e façam os desvios necessários em voo evitando assim uma possível entrada inadvertida em tempestades ou nuvens perigosas que podem gerar grande turbulência em voo. As informações são mostradas em uma tela na cabine de comando para os pilotos como manchas no formato da nuvem e através de cores mostrando a intensidade dessas nuvens. Formações de nuvens comuns e mais leves são vistas como manchas verdes e formações mais densas e perigosas são mostradas como manchas vermelhas. O alcance desses radares é ajustável, variando de 20 a 100 milhas náuticas nos radares mais modernos.

3.5.3 Exército

Na força terrestre, o exército, temos os radares de Patrulha aérea, com alcance de até 300 km, radares de aquisição de alcance até 100 km, de tiro e perseguição de mísseis terra-ar, anti-artilharia, para reconstituição das trajetórias dos projéteis, para localização das peças de artilharia com alcance de até 10 km, e, radares de vigilância terrestre para detectar alvos móveis e regulação de tiro de alta precisão.

Os radares de pequeno alcance estão sendo desenvolvidos para a guerra moderna, entre eles se destacam os Rasura com alcance de 5 km usados pela infantaria, o Rapace utilizado nos carros de combate blindados com alcance de até 5 km, além do Ratac utilizado pelas peças de artilharia para detectar alvos à 30 km.

3.5.4 Meteorologia

Redes de radares meteorológicos estão espalhadas por uma vasta área em vários países do mundo. Possuem longo alcance e hoje são de suma importância para o monitoramento da atmosfera, facilitando assim atividades como a agricultura, aeronáutica, entre outras. Eles detectam com precisão os movimentos das massas de ar, dando subsídios aos meteorologistas para prevenir desde geadas, vendavais e chuvas de granizo, até tempestades.

O vapor de água não reflete as ondas tão bem quanto gotas de chuva ou cristais de gelo, por isso a detecção de chuva e neve aparece mais forte no radar do que as nuvens. Poeira na atmosfera também reflete as ondas do radar, mas o retorno só é significativo se existir uma concentração de poeira maior do que o usual. Os radares meteorológicos usam o efeito Doppler para determinar a velocidade do vento numa tempestade, e podem detectar se a tempestade é acompanhada de poeira ou de chuva.

3.5.5 Aplicações científicas

Cientistas usam o radar para várias aplicações espaciais. Os Estados Unidos, Reino Unido e Canadá, por exemplo, rastreiam objetos em órbitas ao redor da Terra. Isto ajuda os cientistas e engenheiros a vigiar lixo espacial (satélites abandonados, partes de foguetes abandonados, etc). Durante viagens espaciais os radares também são utilizados para medir distâncias precisas, como nas missões da Apollo nas décadas de 1960 e 1970. A sonda espacial US Magellan mapeou a superfície do planeta Vênus com um radar de 1990 a 1994.

3.5.6 Trânsito

Autoridades em diversos países fazem uso da tecnologia dos radares para controlar a velocidade dos veículos nas vias públicas. Para esta finalidade existem basicamente dois tipos de radares.

Radar fixo

O primeiro e mais utilizado é o **radar fixo**, onde na via são instalados três sensores também chamados de laços detectores, formando um campo magnético. Estes sensores são ligados a um computador e a uma câmera que geralmente ficam alocados em um poste na lateral à pista. Quando o veículo passa pelo primeiro sensor, o campo magnético é interrompido até que o mesmo passe pelo segundo sensor, então o sistema automaticamente calcula a velocidade de acordo com este tempo de interrupção utilizando o efeito Doppler.^[1] Se a velocidade do veículo for superior a permitida então uma imagem é capturada pela câmera e armazenada no computador, de maneira a servir como prova da infração. Durante a noite, as câmeras funcionam com um sistema infravermelho o qual permite uma boa visualização da placa e do veículo mesmo com pouca luminosidade, sem que o infrator perceba que foi multado.

- Como o medidor de velocidade faz para distinguir qual veículo excedeu a velocidade se muitos passam ao mesmo tempo sobre a via?

Os medidores de veículos automotores baseiam-se na medição do tempo de passagem de um veículo entre dois

sensores instalados sob o asfalto. Como a distância entre esses sensores é fixa e conhecida, se medirmos o tempo de passagem de um determinado veículo sobre esses sensores, teremos a velocidade. Cada conjunto de sensores de uma faixa a identifica no sistema de processamento do medidor de velocidade de veículos automotores, ou seja, está associado a uma determinada faixa na via. Portanto, o sistema de medição, reconhece a faixa onde a velocidade limite da via foi ultrapassada e assim, o veículo infrator. O sistema fotográfico ou de registro de imagem, sempre é acionado quando em alguma faixa a velocidade limite é ultrapassada.

No Brasil, o item 5.18 do Regulamento Técnico Metro-lógico aprovado pela Portaria Inmetro nº 115/98 estabelece que quando dois ou mais veículos com velocidades distintas entrarem na área de medição, o medidor de velocidade não deverá fornecer resultado de medida.^[1]

Radar móvel

O segundo tipo de radar utilizado no trânsito é o **móvel**, que pode funcionar de duas formas: a primeira é um modelo italiano que utiliza dois feixes de **laser** e em função do tempo de interrupção dos feixes o computador dispara a câmera, caso a velocidade medida for superior a permitida, e a segunda é um modelo holandês que emite uma micro-onda oblíqua em um ângulo de 20 graus em relação à pista; o computador então calcula o tempo que a onda leva para fazer o percurso, e quando é interrompida calcula a velocidade do veículo da mesma forma que os outros radares. Os dois modelos utilizam uma máquina fotográfica comum e filmes coloridos de 35 mm e 36 poses idênticos ao que usamos no dia-a-dia.

Os radares móveis são capazes de monitorar até três faixas de trânsito ao mesmo tempo, entretanto, não conseguem registrar a imagem de mais de um veículo passando pelo ângulo de fiscalização no momento do disparo e durante a noite a câmera utiliza um flash para que a imagem do infrator seja capturada.

3.6 Ecolocalização

A ecolocalização, também chamada de “biossonar”, é uma capacidade natural, encontrada em golfinhos e morcegos, de utilização de emissão de ondas ultrassons para locomoção e captura de presas.

A partir do estudo da mesma, os seres humanos desenvolveram a “ecolocalização artificial”, com o advento do radar, sonar e aparelhos de ultrassonografia. Na realidade, nenhuma dessas “imitações humanas” se compara à qualidade e perfeição da ecolocalização animal.

3.7 Ver também

- Eco
- Ecolocalização
- LIDAR
- Radar de abertura sintética
- Radar meteorológico
- Radar de penetração no solo
- Sonar
- Ultrassonografia

3.8 Referências

- [1] <http://www.inmetro.gov.br/ouvidoria/faqs.asp#logo>, Site Inmetro

3.9 Ligações externas

- Tecnologia Radar
- Site do Inmetro

3.10 Fontes, contribuidores e licenças de texto e imagem

3.10.1 Texto

- **Radioastronomia** *Fonte:* <https://pt.wikipedia.org/wiki/Radioastronomia?oldid=46008142> *Contribuidores:* Angeloleithold, Salgueiro, Leonardo.stabile, LijeBot, Patrick-77, Thijs!bot, Escarbot, Py4nf, Rjclaudio, Idioma-bot, TXiKiBoT, SieBot, LeoBot, BodhisattvaBot, Luckas-bot, DrFO.Tn.Bot, WikiDreamer Bot, ArthurBot, Xqbot, RibotBOT, Ricardo Ferreira de Oliveira, Senhordopoder, Jolielegal, EmausBot, ZéroBot, ChuispastonBot, Addbot e Anônimo: 4
- **Radiotelescópio** *Fonte:* <https://pt.wikipedia.org/wiki/Radiotelesc%C3%B3pio?oldid=46008153> *Contribuidores:* Mschindwein, Angeloleithold, LeonardoRob0t, Nuno Tavares, NTBot, RobotQuistnix, Adailton, Zwobot, Lijealso, YurikBot, FlaBot, João Sousa, Davidandrade, Thijs!bot, Escarbot, Cps.art, Py4nf, TXiKiBoT, VolkovBot, SieBot, Chronus, Heiligenfeld, Ficbot, Luckas-bot, Salebot, ArthurBot, Xqbot, Rubinbot, RibotBOT, RedBot, Eric Bosne, ZéroBot, MerllwBot, Legobot, O revolucionário aliado e Anônimo: 20
- **Radar** *Fonte:* <https://pt.wikipedia.org/wiki/Radar?oldid=46008190> *Contribuidores:* JoaoMiranda, Scott MacLean, Rui Silva, E2m, Angeloleithold, E2mb0t, LeonardoRob0t, Alexg, Santana-freitas, Nuno Tavares, Get It, NTBot, RobotQuistnix, Majtec, João Carvalho, OS2Warp, Palica, Severino666, Adailton, Rmissiaggia, Zwobot, Lijealso, YurikBot, Campa, FlaBot, MalafayaBot, Blacks, Leonardo.stabile, José Augusto, Xandi, LijeBot, Flip, Retornaire, DCandido, Marcelo Victor, Yanguas, Thijs!bot, Rei-bot, Escarbot, Belanidia, Daimore, Nailosa, JAnDbot, Irineu rodrigues neto, Py4nf, Alexanderps, EuTuga, Der kenner, Rpxx, TXiKiBoT, Gunnex, VolkovBot, SieBot, BOTtjo, Coimbra68, Teles, GOE, Chronus, Kim richard, Gessinguer, Beria, RafaAzevedo, Weezard, CorreiaPM, MelM, SilvonBot, Jorge.Chelotti, Numbo3-bot, Luckas-bot, LinkFA-Bot, AlnoktaBOT, LaaknorBot, Nallimbot, Salebot, Yonidebot, DSisyphBot, Xqbot, TobeBot, Arnoldpieper, Marcos Elias de Oliveira Júnior, Viniciusmc, Francisco Quiumento, Aleph Bot, EmausBot, JackieBot, ZéroBot, Mentibot, Jonatas.cpereira, Aesgareth, Épico, DARIO SEVERI, Zoldyick, Dexbot, Legobot, Marcos dias de oliveira, Rodrigolopesbot e Anônimo: 84

3.10.2 Imagens

- **Ficheiro:Air.canada.b767-300.c-ggfj.2.jpg** *Fonte:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9f/Air.canada.b767-300.c-ggfj.2.jpg> *Licença:* Public domain *Contribuidores:* Obra do próprio *Artista original:* Adrian Pingstone
- **Ficheiro:Commons-logo.svg** *Fonte:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Commons-logo.svg> *Licença:* Public domain *Contribuidores:* This version created by Pumbaa, using a proper partial circle and SVG geometry features. (Former versions used to be slightly warped.) *Artista original:* SVG version was created by User:Grunt and cleaned up by 3247, based on the earlier PNG version, created by Reidab.
- **Ficheiro:Crab_Nebula.jpg** *Fonte:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/00/Crab_Nebula.jpg *Licença:* Public domain *Contribuidores:* HubbleSite: gallery, release. *Artista original:* NASA, ESA, J. Hester and A. Loll (Arizona State University)
- **Ficheiro:Disambig_grey.svg** *Fonte:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Disambig_grey.svg *Licença:* Public domain *Contribuidores:* Obra do próprio *Artista original:* Bub's
- **Ficheiro:Earth_Eastern_Hemisphere.jpg** *Fonte:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Earth_Eastern_Hemisphere.jpg *Licença:* Public domain *Contribuidores:* http://visibleearth.nasa.gov/view_detail.php?id=2429 http://veimages.gsfc.nasa.gov/2429/globe_east_540.jpg *Artista original:* NASA
- **Ficheiro:Goldstone_DSN_antenna.jpg** *Fonte:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/Goldstone_DSN_antenna.jpg *Licença:* Public domain *Contribuidores:* ? *Artista original:* ?
- **Ficheiro:Magnifying_glass_01.svg** *Fonte:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3a/Magnifying_glass_01.svg *Licença:* CC0 *Contribuidores:* ? *Artista original:* ?
- **Ficheiro:Mount_Pleasant_Radio_Telescope.jpg** *Fonte:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/Mount_Pleasant_Radio_Telescope.jpg *Licença:* CC BY-SA 3.0 *Contribuidores:* Obra do próprio *Artista original:* Noodle snacks
- **Ficheiro:NoFonti.svg** *Fonte:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/NoFonti.svg> *Licença:* CC BY-SA 2.5 *Contribuidores:* Image:Emblem-important.svg *Artista original:* RaminusFalcon
- **Ficheiro:Nuvola_apps_ksysv.png** *Fonte:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Nuvola_apps_ksysv.png *Licença:* LGPL *Contribuidores:* <http://icon-king.com> *Artista original:* David Vignoni / ICON KING
- **Ficheiro:Portal.svg** *Fonte:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Portal.svg> *Licença:* CC BY 2.5 *Contribuidores:*
 - Portal.svg*Artista original:* Portal.svg: Pepetps
- **Ficheiro:Radar_antenna.jpg** *Fonte:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/Radar_antenna.jpg *Licença:* Public domain *Contribuidores:* ? *Artista original:* ?
- **Ficheiro:RadioTelescope.png** *Fonte:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9f/RadioTelescope.png> *Licença:* Public domain *Contribuidores:* um...it's a sketch. I drew it. What else do you need? *Artista original:* James Dignan (User:Grutness)
- **Ficheiro:Stellarium_icon.png** *Fonte:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Stellarium_icon.png *Licença:* CC BY-SA 3.0 *Contribuidores:* ? *Artista original:* ?
- **Ficheiro:Tomada_Brasileira_-_NBR_14136,_20A,_250V.jpg** *Fonte:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5f/Tomada_Brasileira_-_NBR_14136%2C_20A%2C_250V.jpg *Licença:* CC BY 3.0 *Contribuidores:* Obra do próprio *Artista original:* Fasouzafeitas
- **Ficheiro:Wikiquote-logo.svg** *Fonte:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fa/Wikiquote-logo.svg> *Licença:* Public domain *Contribuidores:* Obra do próprio *Artista original:* Rei-artur

- **Ficheiro:Wk000002.jpg** *Fonte:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5e/Santos-Dumont_flying_the_14_bis.jpg *Licença:* Public domain *Contribuidores:* Public domain, based on image from **www.dominiopublico.gov.br da Wikipédia francesa** and edited by Felipe Micaroni Lalli (micaroni@gmail.com).
Artista original: Desconhecido, edited by User:FML

3.10.3 Licença

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0