

Universi në xhepin tim

Teleskopët radio

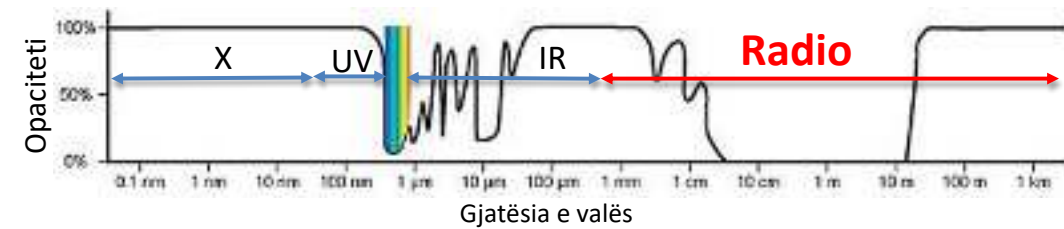


Laurent Pagani
CNRS & Observatoire de
Paris-PSL

Hyrje

Për të vëzhguar kozmosin, ne duhet të kapim mesazhet që na dërgon ai (shih TUIMP 43). Lajmëtari më i njohur është drita, nga e cila vetëm një pjesë e vogël mund të kapet nga syri (e ashtuquajtura dritë 'e dukshme', që përbëhet nga ngjyrat e ylberit). Por, ka shumë tipe të tjera të dritës, njëra prej të cilave u zbulua në fund të shekullit të 19-të dhe është përdorur gjerësisht që atëherë: valët radio.

Këto valë kanë një gjatësi (λ) shumë të gjatë krahasuar me dritën e dukshme (nga një mijë deri në miliarda herë më të gjata) dhe për rrjedhojë një frekuencë (ν) shumë të ulët ($c = \lambda \times \nu$, ku c është shpejtësia e dritës). Njerëzit kanë mundur të ndërtojnë pajisje të ndryshme për të transmetuar dhe marrë valë radio, siç janë radiot ose televizorët, walkie-talkie, telefonat celularë dhe radarët.

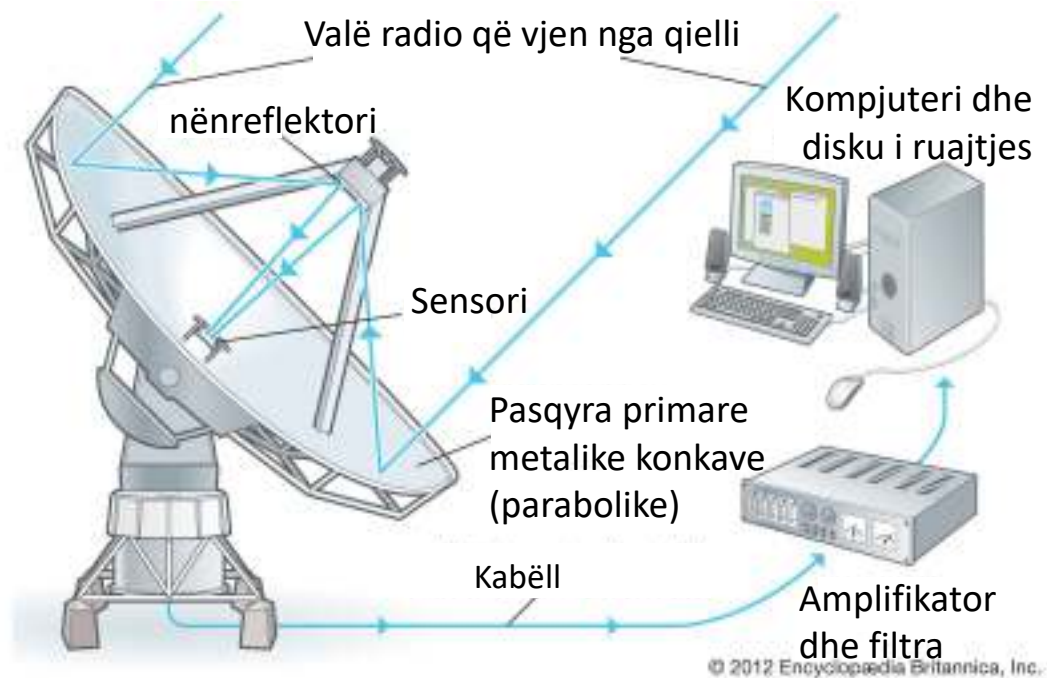


Gjatësia e valës

Tejdukshmëria e qiellit si funksion i gjatësisë së valës. Valët radio mbulojnë nga rreth 1 mm deri në dhjetëra km në gjatësi vale. Qielli është plotësisht transparent nga 3 cm deri në 20 m dhe pjesërisht transparent midis 3 cm dhe 0.3 mm. Në gjatësi vale të shkurtra është e dobishme të vendosen teleskopët radio në lartësi të mëdha për të përmirësuar transmetimin e bllokuar pjesërisht nga avulli i ujit, i cili është kryesisht i pranishëm në lartësi më të ulëta.



Të gjitha këto pajisje punojnë sipas të njëjtit parim: ato kapin një valë radio të cilën e amplifikojnë dhe e demodulojnë për ta dhënë si Tingull ose si imazh.



Skema e një teleskopi radio. Pasqyra primare, metalike dhe e madhe, reflekton sinjalin në një pasqyrë sekondare dhe më pas në një detektor. Sinjali më pas amplifikohet dhe filtrohet në një interval frekuencash, për t'u analizuar përfundimisht nga një kompjuter. Nëse frekuenca është shumë e lartë për t'u amplifikuar drejtpërdrejt, së pari ajo ndryshohet në një vlerë më të ulët, përpara se të amplifikohet. Kjo është e ashtuquajtura teknika heterodinë.

Teknika radio

Për shkak të energjisë së saj të ulët, natyra grimcore e dritës radio (shih TUIMP 43) përgjithësisht nuk shfaqet. Kështu, ajo ndërvepron kryesisht si valë, e përbërë nga pjesa elektrike dhe pjesa magnetike. Ajo lëshohet ose kapet nga një antenë - që është zakonisht një strukturë metali përcjellës, e ndjeshme ndaj fushës elektrike të valës radio në marrje, ose që e krijon këtë fushë elektrike në transmetim.

Astronomia radio përdor të gjitha teknikat radio në antena të mëdha të drejtuara drejt qiellit për të kapur sinjalet shumë të dobëta që vijnë tek ne prej Universit.

Vini re se teleskopët radio mund të vëzhgojnë si ditën ashtu edhe natën, sepse qielli nuk lëshon valë radio.



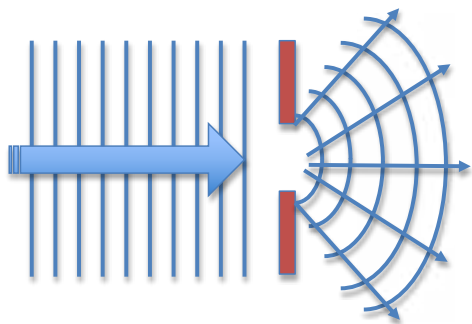
Antena e një radari Würzburg

Emisioni radio i Diellit u zbulua për herë të parë në vitin 1942 nga fizikani britanik James Hey. Ky zbulim u mbajt sekret, sepse Aleatët e dinin që avionët e tyre nuk do të zbuloheshin nga radarët gjermanë nëse e kishin diellin pas shpine. Këta radarë gjermanë (të quajtur Würzburg) u ripërdorën pas Luftës së Dytë Botërore si hap i parë në astronominë radio në Evropë.

Pas përpjekjeve fillestare të pasuksesshme për të zbuluar valët radio nga Dielli, midis viteve 1896 dhe 1901, Karl Jansky zbuloi i pari valët radio jashtëtokësore, të lëshuara nga qendra e Krugës së Qumështit, në vitin 1932.

Që atëherë, astronomia radio ka përparuar shpejt për t'u bërë një shkencë e pasur dhe shumë plotësuese me astronominë optike tradicionale (shih TUIMP 46).

Astronomia radio mund të merret me detektimin e drejtpërdrejtë të dritës, si në optikë (duke matur energjinë e sinjalit) ose me teknikën heterodinë (duke matur fushën elektrike rënëse), e cila lejon amplifikimin e sinjalit dhe filtrimin e tij me saktësi të lartë, falë elektronikës në radiofrekuencë.



Modeli i difraksionit:
vala që arrin në
pengesë përhapet në
drejtime të ndryshme



FAST, në Kinë, 500 m në diametër, është
radioteleskopi i palëvizshëm më i madhi në botë.



Teleskopi Green Bank,
në SHBA, me
diametër prej
afërsisht 100 m,
është teleskopi i
rrotullueshëm më i
madhi në botë.

Madhësia dhe rezolucioni

Për dritën e dukshme, rezolucioni i
teleskopëve kufizohet nga turbullimet
atmosferike. Ky problem nuk ekziston
në radio, porse difraksioni është i
perceptueshëm (shih figurën në faqen
përballë). Kështu, rezolucioni jepet me
 $\theta \approx 1.2 \lambda / D$; λ është gjatësia
e valës, D , diametri i teleskopit dhe θ ,
këndi në minuta harku.

Për shkak se λ është e madhe,
difraksioni kufizon ndjeshëm fuqinë
dalluese të teleskopëve radio. Për ta
zbutur këtë, astronomët radio
përdorin antena jashtëzakonisht të
mëdha, por që janë shumë të ndjeshme
ndaj ndërhyrjeve elektrike. Ato
vendosen larg qendrave urbane dhe
fabrikave që krijojnë ndërhyrje elektrike.
Disa frekuenca radio mbrohen prej
emetimeve antropogjene nga Bashkimi
Ndërkombëtar i Telekomunikacionit (ITU).



Disa shembuj të rezolucionit këndor:
Syri ka një rezolucion prej një minute harku, kështu që njeriu mund të dallojë 2 topa futbollit krah për krah në një distancë prej 1 km.

Një teleskop optik ka një rezolucion prej një sekonde harku, që është 60 herë më mirë se i syrit. Pra, ai mund të dallojë 2 topa deri në 60 km larg ose 2 zare nga 1 km larg.

FAST ka më pak rezolucion se syri: tri minuta harku. Ai mund t'i ndajë 2 topat vetëm nga 300 m larg (më pak se madhësia e antenës!).

Interferometrat radio mund të shohin detaje të vogla. Rezolucioni i tyre matet në të mijtat apo edhe në të miliontat e një sekonde harku. Në këtë rezolucion ekstrem, ata mund të shihnin një top pingpongu në Hënë. 10

Interferometrat

Radioteleskopët mund të ndërtohen edhe me disa antena, sinjalet e të cilave kombinohen njëkohësisht. Kjo metodë quhet 'radio interferometri', sepse sinjalet që vijnë nga këto antena përzihen, pra 'interferojnë' me njëra-tjetrën. Distancat midis antenave mund të jenë të mëdha, deri në madhësinë e Tokës, ose edhe më shumë, nëse njëra nga antenat vendoset në orbitë, si në rastin e teleskopit rus RadioAstron 10 m.

Rezolucioni i një interferometri është sa ai i një teleskopi të vetëm në formë pjate (si ata të faqes 8), me diametër sa distanca midis dy antenave më të largëta. Një teleskop i tillë kaq i madh do të ishte i pamundur për t'u ndërtuar.

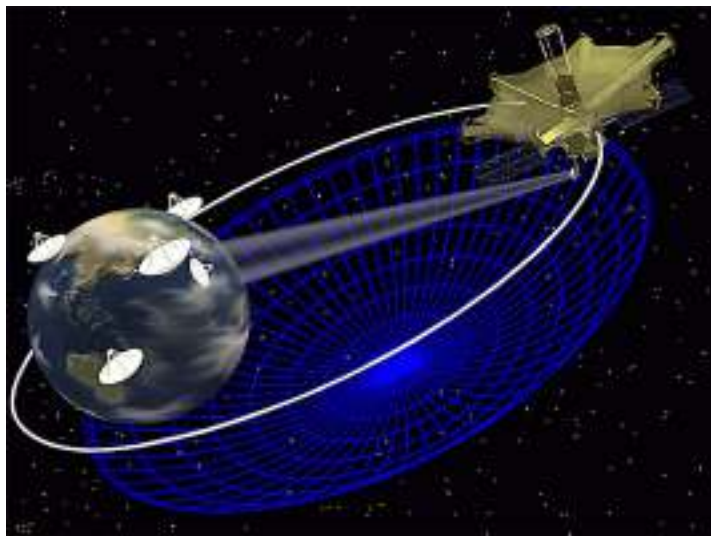
Shiko ilustrimet në faqen 12.

(IRAM - J. Boissier)

NOEMA, interfero-
matësi Plateau de
Bure (IRAM).

12 antena me diametër 15 m secila
vëzhgojnë të njëjtin burim astronomik
njëkohësisht.

Radioteles-
kopi rus 10 m
RadioAstron,
në orbitë
rreth Tokës,
vëzhgon një
burim
astronomik
njëkohësisht
me teleskopët



në tokë. Rezolucioni i tij është sa ai i një
teleskopi radio që do të ishte më i madh se
Toka (i përfaqësuar me ngjyrë blu në figurë), por
sipërfaqja mbledhëse mbetet shumë e vogël,
kështu që mund të vëzhgohen vetëm objekte
shumë të ndritshme. 12

Hartëzimi

Teleskopët radio me një pjatë shpesh
vëzhgojnë vetëm një pikë në qiell sipas një
drejtimi (e quajtur 'pixel'), sepse marrësi i
tyre ka vetëm një sensor. Për të përfutur
një imazh, teleskopi duhet ta skanojë të
gjithë sipërfaqen, pikë pas pike. Këto pika
më pas montohen për të dhënë një imazh
ose 'hartë'. Nga ana tjetër, marrësit e tyre
mund të kapin një gamë të gjerë
frekuencash me një 'rezolucion spektral'
shumë të lartë. Kjo bën të mundur që të
maten lëvizje të vogla në retë ku formohen
yjet dhe të identifikohen qindra molekula të
ndryshme ndëryjore.

Disa teleskopë radio kanë marrës me
qindra deri në mijëra pixel, ashtu si aparatet
fotografike, por pa rezolucion spektral.
Këta marrës quhen 'bolometra'; ata janë të
dobishëm për vëzhgimin e pluhurit të ftohtë
ndëryjor që lëshon valë radio me frekuencë
të lartë.



Kuiz

Cilat imazhe
tregojnë
interferometra?



Përgjigje

Interferometrat
përbëhen gjithmonë
nga disa
antena.



Përgjigja në faqen tjetër

Universi në xhepin tim nr. 45

Ky broshurë u shkrua në vitin 2025 nga Laurent Pagani i Observatorit të Parisit dhe CNRS dhe u rishikua nga Grażyna Stasińska e Observatorit të Parisit dhe Stan Kurtz nga IRyA (Morelia, Meksikë)

Imazhi i kopertinës: një nga teleskopët radio më të fundit: MEERKAT
(Nëse nuk specifikohet ndryshe, burimi është: Wikipedia)



Përtë mësuar më shumë rreth
këtij koleksioni dhe temave të
paraqitura në këtë broshurë
vizitoni
<http://www.tuimp.org>

Përkthimi: Mimoza Hafizi
TUIMP Creative Commons

