

FREQUENZE

Riservate alla Radioastronomia

Flavio Falcinelli
E-mail: flaviofalci@libero.it

Nel corso della XXI Assemblea Generale della IAU (International Astronomical Union), avvenuta a Buenos Aires nel 1991, è stata compilata una lista dettagliata sulle più importanti frequenze associate alle linee spettrali di fondamentale interesse astrofisico. La IAU ha chiaramente espresso la necessità di riservarsi l'utilizzo scientifico di tali bande di frequenza e di garantire un'assoluta protezione da radioemissioni artificiali sia all'interno delle stesse, sia in prossimità dei confini di banda, oltre che da emissioni le cui armoniche cadono in maniera significativa all'interno delle regioni spettrali protette, soprattutto rispetto alle radiocomunicazioni provenienti da trasmettitori posti a bordo di satelliti artificiali. Il supporto tecnico è garantito anche dal CRAF (Committee on Radio Astronomy Frequencies), che è un organismo dell'ESF (European Science Foundation) preposto alla vigilanza sul rispetto delle convenzioni legate all'utilizzo riservato delle frequenze assegnate alla ricerca radioastronomica.

La lista delle frequenze riservate è la seguente (<http://www.nfra.nl/craf/iaulist.htm>):

Sostanza	Frequenza centrale	Banda minima suggerita (1)
Deuterium (DI):	327.384 MHz	327.0 - 327.7 MHz
Hydrogen (HI)	1420.406 MHz	1370.0 - 1427.0 MHz (2), (3)
Hydroxyl radical (OH)	1612.231 MHz	1606.8 - 1613.8 MHz (3), (4)
Hydroxyl radical (OH)	1665.402 MHz	1659.8 - 1667.1 MHz (4)
Hydroxyl radical (OH)	1667.359 MHz	1661.8 - 1669.0 MHz (4)
Hydroxyl radical (OH)	1720.530 MHz	1714.8 - 1722.2 MHz (3), (4)
Methyladyne (CH)	3263.794 MHz	3252.9 - 3267.1 MHz (3), (4)
Methyladyne (CH)	3335.481 MHz	3324.4 - 3338.8 MHz (3), (4)
Methyladyne (CH)	3349.193 MHz	3338.0 - 3352.5 MHz (3), (4)
Formaldehyde (H ₂ CO)	4829.660 MHz	4813.6 - 4834.5 MHz (3), (4)
Methanol (CH ₃ OH)	6668.518 MHz	6661.8 - 6675.2 MHz (3), (6)
Ionized Helium Isotope (³ HeII)	8665.650 MHz	8660.0 - 8670.0 MHz
Methanol (CH ₃ OH)	12.178 GHz	12.17 - 12.19 GHz (3), (6)
Formaldehyde (H ₂ CO)	14.488 GHz	14.44 - 14.50 GHz (3), (4)
Cyclopropenylidene (C ₃ H ₂)	18.343 GHz	18.28 - 18.36 GHz (3), (4), (6)
Water Vapour (H ₂ O)	22.235 GHz	22.16 - 22.26 GHz (3), (4)
Ammonia (NH ₃)	23.694 GHz	23.61 - 23.71 GHz (4)
Ammonia (NH ₃)	23.723 GHz	23.64 - 23.74 GHz (4)
Ammonia (NH ₃)	23.870 GHz	23.79 - 23.89 GHz (4)
Silicon monoxide (SiO)	42.821 GHz	42.77 - 42.86 GHz
Silicon monoxide (SiO)	43.122 GHz	43.07 - 43.17 GHz
Carbon monosulphide (CS)	48.991 GHz	48.94 - 49.04 GHz
Deuterated formylium (DCO ⁺)	72.039 GHz	71.96 - 72.11 GHz (3)
Silicon monoxide (SiO)	86.243 GHz	86.16 - 86.33 GHz
Formylium (H ¹³ CO ⁺)	86.754 GHz	86.66 - 86.84 GHz
Silicon monoxide (SiO)	86.847 GHz	86.76 - 86.93 GHz
Ethynyl radical (C ₂ H)	87.300 GHz	87.21 - 87.39 GHz (5)

Hydrogen cyanide (HCN)	88.632 GHz	88.34 – 88.72 GHz (4)
Formylium (HCO ⁺)	89.189 GHz	89.89 – 89.28 GHz (4)
Hydrogen isocyanide (HNC)	90.664 GHz	90.57 – 90.76 GHz
Diazenylium (N ₂ H)	93.174 GHz	93.07 – 93.27 GHz
Carbon monosulphide (CS)	97.981 GHz	97.65 – 98.08 GHz (4)
Carbon monoxide (C ¹⁸ O)	109.782 GHz	109.67 – 109.89 GHz
Carbon monoxide (¹³ CO)	110.201 GHz	109.83 – 110.31 GHz (4)
Carbon monoxide (C ¹⁷ O)	112.359 GHz	112.25 – 112.47 GHz (6)
Carbon monoxide (CO)	115.271 GHz	114.88 – 115.39 GHz (4)
Formaldehyde (H ₂ ¹³ CO)	137.450 GHz	137.31 – 137.59 GHz (3), (6)
Formaldehyde (H ₂ CO)	140.840 GHz	140.69 – 140.98 GHz
Carbon monosulphide (CS)	146.969 GHz	146.82 – 147.12 GHz
Water Vapour (H ₂ O)	183.310 GHz	183.12 – 183.50 GHz
Carbon monoxide (C ¹⁸ O)	219.560 GHz	219.34 – 219.78 GHz
Carbon monoxide (¹³ CO)	220.399 GHz	219.67 – 220.62 GHz (4)
Carbon monoxide (CO)	230.538 GHz	229.77 – 230.77 GHz (4)
Carbon monosulphide (CS)	244.953 GHz	244.72 – 245.20 GHz (6)
Hydrogen cyanide (HCN)	265.886 GHz	265.62 – 266.15 GHz
Formylium (HCO ⁺)	267.557 GHz	267.29 – 267.83 GHz
Hydrogen isocyanide (HNC)	271.981 GHz	271.71 – 272.25 GHz
Dyazenulium (N ₂ H ⁺)	279.511 GHz	279.23 – 279.79 GHz
Carbon monoxide (C ¹⁸ O)	312.330 GHz	329.00 – 329.66 GHz
Carbon monoxide (¹³ CO)	330.587 GHz	330.25 – 330.92 GHz
Carbon monosulphide (CS)	342.883 GHz	342.54 – 343.23 GHz
Carbon monoxide (CO)	345.796 GHz	345.45 – 346.14 GHz
Hydrogen cyanide (HCN)	354.484 GHz	354.13 – 354.84 GHz
Formylium (HCO ⁺)	356.734 GHz	356.37 – 357.09 GHz
Diazenylium (N ₂ H ⁺)	372.672 GHz	372.30 – 373.05 GHz
Water Vapour (H ₂ O)	380.197 GHz	379.81 – 380.58 GHz
Carbon monoxide (C ¹⁸ O)	439.088 GHz	438.64 – 439.53 GHz
Carbon monoxide (¹³ CO)	440.765 GHz	440.32 – 441.21 GHz
Carbon monoxide (CO)	461.041 GHz	460.57 – 461.51 GHz
Heavy water (HDO)	464.925 GHz	464.46 – 465.39 GHz
Carbon (CI)	492.162 GHz	491.66 – 492.66 GHz
Water Vapour (H ₂ ¹⁸ O)	547.676 GHz	547.13 – 548.22 GHz
Water Vapour (H ₂ O)	556.936 GHz	556.37 – 557.50 GHz
Ammonia (¹⁵ NH ₃)	572.113 GHz	571.54 – 572.69 GHz
Ammonia (NH ₃)	572.498 GHz	571.92 – 573.07 GHz
Carbon monoxide (CO)	691.473 GHz	690.78 – 692.17 GHz
Hydrogen cyanide (HCN)	797.433 GHz	796.64 – 789.23 GHz
Formylium (HCO ⁺)	802.653 GHz	801.85 – 803.85 GHz
Carbon monoxide (CO)	806.652 GHz	805.85 – 807.46 GHz
Carbon (CI)	809.350 GHz	808.54 – 810.16 GHz

Note:

(1) In assenza di ulteriori informazioni, l'ampiezza delle bande minime di frequenza è legata ai valori degli spostamenti di frequenza per effetto Doppler, corrispondenti a velocità radiali pari a +/-300 Km/s (consistenti con l'emissione della riga che si verifica nella nostra galassia).

(2) E' necessaria un'estensione a frequenze più basse, rispetto alla tradizionale allocazione 1400-1700 MHz, per consentire la corretta osservazione dei Doppler shifts relativi alle nubi HI nelle galassie distanti.

(3) L'attuale allocazione internazionale delle frequenze non specifica i requisiti per la larghezza di banda. Per maggiori dettagli si veda ITU-R Radio Regulations (tab. 8).

(4) Dato che queste righe spettrali sono anche utilizzate per l'osservazione di altre galassie (oltre alla nostra), le larghezze di banda specificate includono gli spostamenti Doppler corrispondenti a velocità radiali fino a 1000 Km/s. Vale la pena osservare come le nubi HI siano state osservate a frequenze con redshift fino a 500 MHz, mentre alcune righe spettrali delle molecole più abbondanti sono state rivelate in galassie con velocità fino a 50000 Km/s, corrispondenti a una riduzione di frequenza fino al 17%.

(5) Si registrano 6 righe spettrali molto vicine associate con questa molecola, alla frequenza specificata. La banda riportata è sufficientemente ampia da consentire l'osservazione di tutte le righe.

(6) Questa riga spettrale non è menzionata nell'Articolo 8 dell'ITU-R Radio Regulation.

Con la crescente e massiccia occupazione dello spettro radio, pur operando all'interno di bande di frequenza riservate, le osservazioni radioastronomiche sono rese difficili a causa dell'enorme quantità di segnali interferenti presenti nello spazio. Questi problemi sono ulteriormente aggravati dalla notevole sensibilità e dall'ampia banda passante dei ricevitori. I disturbi artificiali si propagano sia lungo la superficie del terreno (per onda di terra), sia sopra l'orizzonte (per onda diretta): la propagazione dell'interferenza per onda di terra subisce notevole attenuazione, al punto d'indebolirsi sensibilmente a livello del terreno, mentre i disturbi che si propagano per onda diretta tendono ad aumentare per effetto della combinazione di tutti i contributi dovuti a numerose e diverse sorgenti. Sono quindi favoriti i sistemi d'antenna a basso profilo, essendo meno suscettibili alle interferenze terrestri. Ulteriori sorgenti d'interferenza sono i trasmettitori ed i transponder situati a bordo dei satelliti artificiali per telecomunicazioni, in costante e rapido aumento. La situazione odierna è problematica: gli istituti di ricerca si trovano ad assistere, la maggior parte delle volte impotenti, ad un progressivo e costante appropriarsi di frequenze riservate operato principalmente dai ponti di trasferimento per emittenti commerciali radiofoniche e televisive (con potenza considerevole), dall'incessante occupazione dello spazio con satelliti artificiali e dall'enorme sviluppo della telefonia mobile cellulare (reti di ponti radio terrestri e via satellite). In un simile scenario, assume primaria importanza la scelta del sito d'installazione per gli impianti radioastronomici, scelta da effettuarsi privilegiando località possibilmente schermate da rilievi naturali in modo da ridurre al minimo la possibilità d'interferenza con i radioservizi terrestri, comunque non senza aver condotto un'accurata campagna di misure (utilizzando ricevitori scanner ed analizzatori di spettro) per determinare il livello di "inquinamento elettromagnetico" presente localmente nella banda di frequenze d'interesse.