

# Flux density measurements for Cas A, Crab, Cygnus A & Virgo A calibrator sources from 50 to 1,450 MHz

Dharam Vir LAL  
dharamATncra DOT tifr DOT res DOT in

May 25, 2015

## Contents

<b>1 Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2 Method</b>	<b>2</b>
<b>3 Conclusions</b>	<b>2</b>
<b>4 References</b>	<b>2</b>

## List of Figures

1 Figure showing flux density as a function of frequency. . . . .	3
---	---

## List of Tables

1 Cas A: Table showing flux density measurements as a function of frequency. . . . .	4
2 Crab: Table showing flux density measurements as a function of frequency. . . . .	5
3 Cygnus A: Table showing flux density measurements as a function of frequency. . . . .	6
4 Virgo A: Table showing flux density measurements as a function of frequency. . . . .	7

## Abstract

In this report, we present flux densities as a function of frequencies for four (key) calibrator sources in steps of 5 MHz interval covering (nearly) seamless observing band of upgraded Giant Metrewave Radio Telescope (UGMRT). The key inputs in order to generate Tables 1 to 4 and the corresponding Fig. 1 are Equation 1 and measurements from NED for the calibrator sources. We use simple command line awk script to generate the flux densities for each of these calibrator sources. We hope this document would be useful for our GMRT colleagues from the Engineering group and control room staff to perform routine ON-OFF measurements as part of system tests.

## 1 Introduction

The on-going upgrade of the GMRT have renewed interest in the measurements of flux densities of calibrator sources at several frequencies to perform routine system tests. Earlier report, absolute cold sky brightness temperature of the diffuse radio background from 50 to 1500 MHz (Lal 2014) presented a little background of radio astronomy, including what does the radio telescope detect, etc. This report is on similar lines and is organized as follows. Below we present the methodology (Section 2) and we use data from NED presented in Fig. 1 to determine flux densities at various frequencies for all four (key) calibrator sources in Tables 1 to 4; and we provide final concluding remarks in Section 3.

## 2 Method

Four (key) calibrator sources, Cas A, Crab, Cygnus A and Virgo A are routinely used to perform ON-OFF measurements as part of maintenance tests on a regular basis. Here, we provide the flux densities from 50 MHz to 1,450 MHz in steps of 5 MHz. To achieve this, we use the data for these calibrator sources from the NED and we best-fit this data with a single power-law

$$S_\nu \propto (1/\nu)^{-\alpha} \quad (1)$$

for each of these calibrator sources. We use these slopes ( $\alpha$ ) to determine the flux densities at several other frequencies.

**Error estimates** Note that there are two dominating sources of errors associated with values listed in tables 1 to 4. One is the uncertainty in data values listed in NED and two is the goodness of single power-law fit to this data from 50 MHz to 1,450 MHz, which are 2–12% and 3–16% respectively. Larger errors to single power-law fit correspond to Crab calibrator source, which has very sparse data in the literature (NED), whereas Cas A, Cygnus A and Virgo A calibrator sources have relatively smaller errors. Here, while using these data for further system-tests, we suggest conservative estimates of  $\sim 20\%$  to each of these measurements listed in tables for the four, Cas A, Crab, Cygnus A and Virgo A calibrator sources.

## 3 Conclusions

The flux densities of four (key) calibrator sources as a function of observing frequencies of the UGMRT are tabulated in Table 1, 2, 3 and 4 for Cas A, Crab, Cygnus A and Virgo A, respectively and plotted in Fig. 1. These values are presented in steps of 5 MHz frequency interval.

We hope that this document would be useful for the Engineering team at the GMRT observatory in order to perform appropriate system tests, thereby improve the performance of the GMRT.

## Acknowledgments

DVL thanks Prof. Y. Gupta for the persistent push, which has forced him to bring this report to a completion.

## 4 References

- Absolute cold sky brightness temperature of the diffuse radio background from 50 to 1,450 MHz D.V. Lal (Jan 2014) NCRA–TIFR DSpace [<http://hdl.handle.net/2301/594>]

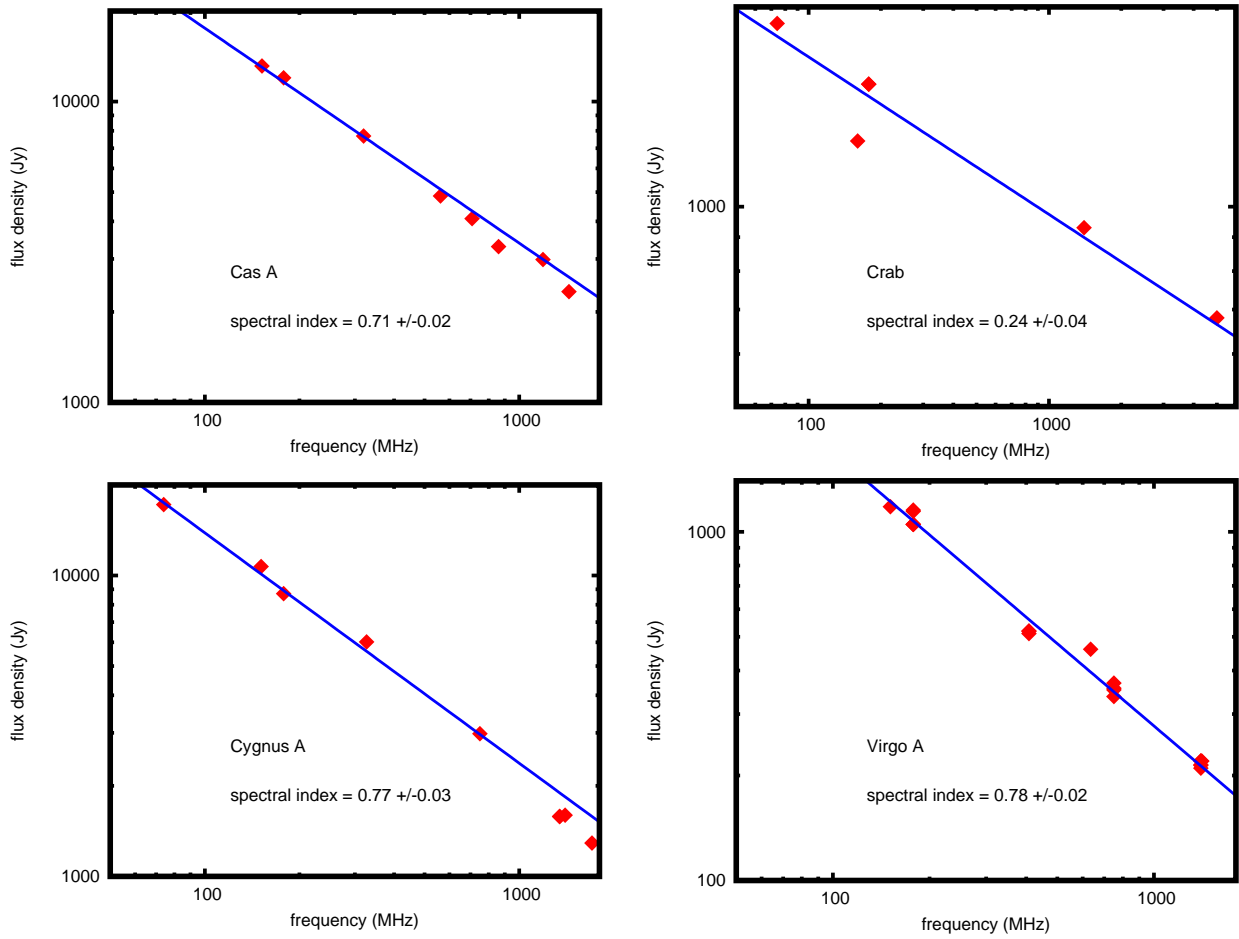


Figure 1: Figure showing measurements of flux densities as a function of frequencies obtained from NED using methodology explained in Sec. 2 for Cas A (top-left panel), Crab (top-right panel), Cygnus A (bottom-left panel) and Virgo A (bottom-right panel). Also shown are the best-fit power-laws (blue-lines) giving spectral indices for each of these calibrator sources.

– NED: NASA/IPAC Extragalactic Database

## Cas A

Flux density of Cas A:

$S_{\nu} \propto \nu^{\alpha}$

where  $\alpha$  is 0.71 (NED) at low GMRT frequencies.

		(610-900 MHz)		(905-1120 MHz)		(1125-1450 MHz)				
		610 MHz	4833.2 Jy	910 MHz	3632.5 Jy	1130 MHz	3112.2 Jy			
		615 MHz	4805.1 Jy	915 MHz	3618.3 Jy	1135 MHz	3102.4 Jy			
		620 MHz	4777.4 Jy	920 MHz	3604.3 Jy	1140 MHz	3092.7 Jy			
		625 MHz	4750.1 Jy	925 MHz	3590.4 Jy	1145 MHz	3083.0 Jy			
	(325-610 MHz)	630 MHz	4723.2 Jy	930 MHz	3576.6 Jy	1150 MHz	3073.4 Jy			
	325 MHz	7576.7 Jy	635 MHz	4696.6 Jy	935 MHz	3562.9 Jy	1155 MHz	3063.9 Jy		
	(235-325 MHz)	330 MHz	7494.6 Jy	640 MHz	4670.4 Jy	940 MHz	3549.3 Jy	1160 MHz	3054.5 Jy	
	235 MHz	9550.4 Jy	335 MHz	7414.5 Jy	645 MHz	4644.5 Jy	945 MHz	3535.9 Jy	1165 MHz	3045.1 Jy
	240 MHz	9407.9 Jy	340 MHz	7336.5 Jy	650 MHz	4618.9 Jy	950 MHz	3522.6 Jy	1170 MHz	3035.8 Jy
(50-235 MHz)	245 MHz	9270.4 Jy	345 MHz	7260.4 Jy	655 MHz	4593.7 Jy	955 MHz	3509.5 Jy	1175 MHz	3026.6 Jy
50 MHz	250 MHz	9137.7 Jy	350 MHz	7186.2 Jy	660 MHz	4568.9 Jy	960 MHz	3496.4 Jy	1180 MHz	3017.4 Jy
55 MHz	255 MHz	9009.4 Jy	355 MHz	7113.8 Jy	665 MHz	4544.3 Jy	965 MHz	3483.4 Jy	1185 MHz	3008.3 Jy
60 MHz	260 MHz	8885.3 Jy	360 MHz	7043.1 Jy	670 MHz	4520.1 Jy	970 MHz	3470.6 Jy	1190 MHz	2999.3 Jy
65 MHz	265 MHz	8765.3 Jy	365 MHz	6974.1 Jy	675 MHz	4496.1 Jy	975 MHz	3457.9 Jy	1195 MHz	2990.3 Jy
70 MHz	270 MHz	8649.1 Jy	370 MHz	6906.7 Jy	680 MHz	4472.5 Jy	980 MHz	3445.3 Jy	1200 MHz	2981.4 Jy
75 MHz	275 MHz	8536.5 Jy	375 MHz	6840.8 Jy	685 MHz	4449.2 Jy	985 MHz	3432.8 Jy	1205 MHz	2972.6 Jy
80 MHz	280 MHz	8427.4 Jy	380 MHz	6776.4 Jy	690 MHz	4426.1 Jy	990 MHz	3420.4 Jy	1210 MHz	2963.8 Jy
85 MHz	285 MHz	8321.6 Jy	385 MHz	6713.4 Jy	695 MHz	4403.4 Jy	995 MHz	3408.1 Jy	1215 MHz	2955.1 Jy
90 MHz	290 MHz	8218.9 Jy	390 MHz	6651.9 Jy	700 MHz	4380.9 Jy	1000 MHz	3396.0 Jy	1220 MHz	2946.5 Jy
95 MHz	295 MHz	8119.2 Jy	395 MHz	6591.6 Jy	705 MHz	4358.7 Jy	1005 MHz	3383.9 Jy	1225 MHz	2937.9 Jy
100 MHz	300 MHz	8022.3 Jy	400 MHz	6532.7 Jy	710 MHz	4336.8 Jy	1010 MHz	3371.9 Jy	1230 MHz	2929.3 Jy
105 MHz	305 MHz	7928.2 Jy	405 MHz	6475.0 Jy	715 MHz	4315.1 Jy	1015 MHz	3360.0 Jy	1235 MHz	2920.9 Jy
110 MHz	310 MHz	7836.7 Jy	410 MHz	6418.5 Jy	720 MHz	4293.7 Jy	1020 MHz	3348.3 Jy	1240 MHz	2912.4 Jy
115 MHz	315 MHz	7747.7 Jy	415 MHz	6363.2 Jy	725 MHz	4272.5 Jy	1025 MHz	3336.6 Jy	1245 MHz	2904.1 Jy
120 MHz	320 MHz	7661.0 Jy	420 MHz	6309.1 Jy	730 MHz	4251.6 Jy	1030 MHz	3325.0 Jy	1250 MHz	2895.8 Jy
125 MHz	325 MHz	7576.7 Jy	425 MHz	6256.0 Jy	735 MHz	4230.9 Jy	1035 MHz	3313.6 Jy	1255 MHz	2887.5 Jy
130 MHz			430 MHz	6203.9 Jy	740 MHz	4210.5 Jy	1040 MHz	3302.2 Jy	1260 MHz	2879.4 Jy
135 MHz			435 MHz	6152.9 Jy	745 MHz	4190.3 Jy	1045 MHz	3290.9 Jy	1265 MHz	2871.2 Jy
140 MHz			440 MHz	6102.9 Jy	750 MHz	4170.3 Jy	1050 MHz	3279.7 Jy	1270 MHz	2863.2 Jy
145 MHz			445 MHz	6053.9 Jy	755 MHz	4150.6 Jy	1055 MHz	3268.6 Jy	1275 MHz	2855.1 Jy
150 MHz			450 MHz	6005.8 Jy	760 MHz	4131.1 Jy	1060 MHz	3257.6 Jy	1280 MHz	2847.2 Jy
155 MHz			455 MHz	5958.6 Jy	765 MHz	4111.8 Jy	1065 MHz	3246.6 Jy	1285 MHz	2839.3 Jy
160 MHz			460 MHz	5912.3 Jy	770 MHz	4092.7 Jy	1070 MHz	3235.8 Jy	1290 MHz	2831.4 Jy
165 MHz			465 MHz	5866.8 Jy	775 MHz	4073.8 Jy	1075 MHz	3225.0 Jy	1295 MHz	2823.6 Jy
170 MHz			470 MHz	5822.2 Jy	780 MHz	4055.2 Jy	1080 MHz	3214.4 Jy	1300 MHz	2815.8 Jy
175 MHz			475 MHz	5778.4 Jy	785 MHz	4036.7 Jy	1085 MHz	3203.8 Jy	1305 MHz	2808.1 Jy
180 MHz			480 MHz	5735.3 Jy	790 MHz	4018.4 Jy	1090 MHz	3193.3 Jy	1310 MHz	2800.5 Jy
185 MHz			485 MHz	5693.0 Jy	795 MHz	4000.4 Jy	1095 MHz	3182.9 Jy	1315 MHz	2792.8 Jy
190 MHz			490 MHz	5651.5 Jy	800 MHz	3982.5 Jy	1100 MHz	3172.5 Jy	1320 MHz	2785.3 Jy
195 MHz			495 MHz	5610.7 Jy	805 MHz	3964.8 Jy	1105 MHz	3162.3 Jy	1325 MHz	2777.8 Jy
200 MHz			500 MHz	5570.6 Jy	810 MHz	3947.3 Jy	1110 MHz	3152.1 Jy	1330 MHz	2770.3 Jy
205 MHz			505 MHz	5531.1 Jy	815 MHz	3930.0 Jy	1115 MHz	3142.0 Jy	1335 MHz	2762.9 Jy
210 MHz			510 MHz	5492.4 Jy	820 MHz	3912.9 Jy	1120 MHz	3132.0 Jy	1340 MHz	2755.5 Jy
215 MHz			515 MHz	5454.2 Jy	825 MHz	3896.0 Jy			1345 MHz	2748.2 Jy
220 MHz			520 MHz	5416.7 Jy	830 MHz	3879.2 Jy			1350 MHz	2741.0 Jy
225 MHz			525 MHz	5379.8 Jy	835 MHz	3862.6 Jy			1355 MHz	2733.7 Jy
230 MHz			530 MHz	5343.6 Jy	840 MHz	3846.2 Jy			1360 MHz	2726.6 Jy
235 MHz			535 MHz	5307.9 Jy	845 MHz	3829.9 Jy			1365 MHz	2719.4 Jy
			540 MHz	5272.7 Jy	850 MHz	3813.8 Jy			1370 MHz	2712.3 Jy
			545 MHz	5238.1 Jy	855 MHz	3797.9 Jy			1375 MHz	2705.3 Jy
			550 MHz	5204.1 Jy	860 MHz	3782.1 Jy			1380 MHz	2698.3 Jy
			555 MHz	5170.6 Jy	865 MHz	3766.5 Jy			1385 MHz	2691.3 Jy
			560 MHz	5137.6 Jy	870 MHz	3751.0 Jy			1390 MHz	2684.4 Jy
			565 MHz	5105.1 Jy	875 MHz	3735.7 Jy			1395 MHz	2677.5 Jy
			570 MHz	5073.0 Jy	880 MHz	3720.5 Jy			1400 MHz	2670.7 Jy
			575 MHz	5041.5 Jy	885 MHz	3705.5 Jy			1405 MHz	2663.9 Jy
			580 MHz	5010.4 Jy	890 MHz	3690.6 Jy			1410 MHz	2657.2 Jy
			585 MHz	4979.8 Jy	895 MHz	3675.9 Jy			1415 MHz	2650.5 Jy
			590 MHz	4949.7 Jy	900 MHz	3661.3 Jy			1420 MHz	2643.8 Jy
			595 MHz	4919.9 Jy					1425 MHz	2637.2 Jy
			600 MHz	4890.6 Jy					1430 MHz	2630.6 Jy
			605 MHz	4861.7 Jy					1435 MHz	2624.0 Jy
			610 MHz	4833.2 Jy					1440 MHz	2617.5 Jy
									1445 MHz	2611.0 Jy
									1450 MHz	2604.7 Jy

Table 1: Table showing flux density measurements as a function of frequencies for Cas A calibrator source in steps of 5 MHz interval using methodology explained in Sec. 2.

# Crab

Flux density of Crab:

$$S_{\nu} \propto \nu^{\alpha}$$

where  $\alpha$  is 0.24 (NED) at low GMRT frequencies.

(50-235 MHz)	(235-325 MHz)	(325-610 MHz)	(610-900 MHz)	(905-1120 MHz)	(1125-1450 MHz)
50 MHz 1982.3 Jy	250 MHz 1353.2 Jy	350 MHz 1249.4 Jy	650 MHz 1078.8 Jy	950 MHz 985.9 Jy	1170 MHz 938.4 Jy
55 MHz 1938.0 Jy	255 MHz 1346.9 Jy	355 MHz 1245.2 Jy	655 MHz 1076.8 Jy	955 MHz 984.7 Jy	1175 MHz 937.4 Jy
60 MHz 1898.4 Jy	260 MHz 1340.7 Jy	360 MHz 1241.1 Jy	660 MHz 1074.9 Jy	960 MHz 983.4 Jy	1180 MHz 936.5 Jy
65 MHz 1862.7 Jy	265 MHz 1334.6 Jy	365 MHz 1237.0 Jy	665 MHz 1072.9 Jy	965 MHz 982.2 Jy	1185 MHz 935.5 Jy
70 MHz 1830.2 Jy	270 MHz 1328.7 Jy	370 MHz 1233.0 Jy	670 MHz 1071.0 Jy	970 MHz 981.0 Jy	1190 MHz 934.6 Jy
75 MHz 1800.5 Jy	275 MHz 1322.9 Jy	375 MHz 1229.1 Jy	675 MHz 1069.1 Jy	975 MHz 979.8 Jy	1195 MHz 933.7 Jy
80 MHz 1773.1 Jy	280 MHz 1317.3 Jy	380 MHz 1225.3 Jy	680 MHz 1067.3 Jy	980 MHz 978.6 Jy	1200 MHz 932.7 Jy
85 MHz 1747.8 Jy	285 MHz 1311.8 Jy	385 MHz 1221.5 Jy	685 MHz 1065.4 Jy	985 MHz 977.5 Jy	1205 MHz 931.8 Jy
90 MHz 1724.3 Jy	290 MHz 1306.4 Jy	390 MHz 1217.7 Jy	690 MHz 1063.6 Jy	990 MHz 976.3 Jy	1210 MHz 930.9 Jy
95 MHz 1702.3 Jy	295 MHz 1301.1 Jy	395 MHz 1214.1 Jy	695 MHz 1061.8 Jy	995 MHz 975.1 Jy	1215 MHz 930.0 Jy
100 MHz 1681.7 Jy	300 MHz 1295.9 Jy	400 MHz 1210.4 Jy	700 MHz 1060.0 Jy	1000 MHz 974.0 Jy	1220 MHz 929.1 Jy
105 MHz 1662.4 Jy	305 MHz 1290.9 Jy	405 MHz 1206.9 Jy	705 MHz 1058.2 Jy	1005 MHz 972.8 Jy	1225 MHz 928.2 Jy
110 MHz 1644.1 Jy	310 MHz 1285.9 Jy	410 MHz 1203.4 Jy	710 MHz 1056.4 Jy	1010 MHz 971.7 Jy	1230 MHz 927.3 Jy
115 MHz 1626.9 Jy	315 MHz 1281.0 Jy	415 MHz 1199.9 Jy	715 MHz 1054.6 Jy	1015 MHz 970.5 Jy	1235 MHz 926.4 Jy
120 MHz 1610.5 Jy	320 MHz 1276.2 Jy	420 MHz 1196.5 Jy	720 MHz 1052.9 Jy	1020 MHz 969.4 Jy	1240 MHz 925.5 Jy
125 MHz 1595.0 Jy	325 MHz 1271.5 Jy	425 MHz 1193.2 Jy	725 MHz 1051.2 Jy	1025 MHz 968.3 Jy	1245 MHz 924.6 Jy
130 MHz 1580.3 Jy		430 MHz 1189.8 Jy	730 MHz 1049.5 Jy	1030 MHz 967.2 Jy	1250 MHz 923.8 Jy
135 MHz 1566.2 Jy		435 MHz 1186.6 Jy	735 MHz 1047.8 Jy	1035 MHz 966.1 Jy	1255 MHz 922.9 Jy
140 MHz 1552.7 Jy		440 MHz 1183.4 Jy	740 MHz 1046.1 Jy	1040 MHz 964.9 Jy	1260 MHz 922.0 Jy
145 MHz 1539.8 Jy		445 MHz 1180.2 Jy	745 MHz 1044.4 Jy	1045 MHz 963.9 Jy	1265 MHz 921.1 Jy
150 MHz 1527.5 Jy		450 MHz 1177.1 Jy	750 MHz 1042.8 Jy	1050 MHz 962.8 Jy	1270 MHz 920.3 Jy
155 MHz 1515.7 Jy		455 MHz 1174.0 Jy	755 MHz 1041.1 Jy	1055 MHz 961.7 Jy	1275 MHz 919.4 Jy
160 MHz 1504.3 Jy		460 MHz 1171.0 Jy	760 MHz 1039.5 Jy	1060 MHz 960.6 Jy	1280 MHz 918.6 Jy
165 MHz 1493.4 Jy		465 MHz 1168.0 Jy	765 MHz 1037.9 Jy	1065 MHz 959.5 Jy	1285 MHz 917.7 Jy
170 MHz 1482.8 Jy		470 MHz 1165.0 Jy	770 MHz 1036.3 Jy	1070 MHz 958.5 Jy	1290 MHz 916.9 Jy
175 MHz 1472.7 Jy		475 MHz 1162.1 Jy	775 MHz 1034.7 Jy	1075 MHz 957.4 Jy	1295 MHz 916.0 Jy
180 MHz 1462.9 Jy		480 MHz 1159.2 Jy	780 MHz 1033.1 Jy	1080 MHz 956.3 Jy	1300 MHz 915.2 Jy
185 MHz 1453.4 Jy		485 MHz 1156.4 Jy	785 MHz 1031.5 Jy	1085 MHz 955.3 Jy	1305 MHz 914.4 Jy
190 MHz 1444.2 Jy		490 MHz 1153.5 Jy	790 MHz 1030.0 Jy	1090 MHz 954.3 Jy	1310 MHz 913.5 Jy
195 MHz 1435.3 Jy		495 MHz 1150.8 Jy	795 MHz 1028.4 Jy	1095 MHz 953.2 Jy	1315 MHz 912.7 Jy
200 MHz 1426.8 Jy		500 MHz 1148.0 Jy	800 MHz 1026.9 Jy	1100 MHz 952.2 Jy	1320 MHz 911.9 Jy
205 MHz 1418.4 Jy		505 MHz 1145.3 Jy	805 MHz 1025.4 Jy	1105 MHz 951.2 Jy	1325 MHz 911.1 Jy
210 MHz 1410.3 Jy		510 MHz 1142.7 Jy	810 MHz 1023.9 Jy	1110 MHz 950.2 Jy	1330 MHz 910.3 Jy
215 MHz 1402.5 Jy		515 MHz 1140.0 Jy	815 MHz 1022.4 Jy	1115 MHz 949.1 Jy	1335 MHz 909.5 Jy
220 MHz 1394.9 Jy		520 MHz 1137.4 Jy	820 MHz 1020.9 Jy	1120 MHz 948.1 Jy	1340 MHz 908.6 Jy
225 MHz 1387.4 Jy		525 MHz 1134.8 Jy	825 MHz 1019.4 Jy		1345 MHz 907.8 Jy
230 MHz 1380.2 Jy		530 MHz 1132.3 Jy	830 MHz 1018.0 Jy		1350 MHz 907.0 Jy
235 MHz 1373.2 Jy		535 MHz 1129.8 Jy	835 MHz 1016.5 Jy		1355 MHz 906.2 Jy
		540 MHz 1127.3 Jy	840 MHz 1015.1 Jy		1360 MHz 905.5 Jy
		545 MHz 1124.8 Jy	845 MHz 1013.7 Jy		1365 MHz 904.7 Jy
		550 MHz 1122.4 Jy	850 MHz 1012.3 Jy		1370 MHz 903.9 Jy
		555 MHz 1120.0 Jy	855 MHz 1010.8 Jy		1375 MHz 903.1 Jy
		560 MHz 1117.6 Jy	860 MHz 1009.4 Jy		1380 MHz 902.3 Jy
		565 MHz 1115.2 Jy	865 MHz 1008.1 Jy		1385 MHz 901.6 Jy
		570 MHz 1112.9 Jy	870 MHz 1006.7 Jy		1390 MHz 900.8 Jy
		575 MHz 1110.6 Jy	875 MHz 1005.3 Jy		1395 MHz 900.0 Jy
		580 MHz 1108.3 Jy	880 MHz 1004.0 Jy		1400 MHz 899.3 Jy
		585 MHz 1106.1 Jy	885 MHz 1002.6 Jy		1405 MHz 898.5 Jy
		590 MHz 1103.8 Jy	890 MHz 1001.3 Jy		1410 MHz 897.7 Jy
		595 MHz 1101.6 Jy	895 MHz 1000.0 Jy		1415 MHz 897.0 Jy
		600 MHz 1099.4 Jy	900 MHz 998.7 Jy		1420 MHz 896.2 Jy
		605 MHz 1097.3 Jy			1425 MHz 895.5 Jy
		610 MHz 1095.1 Jy			1430 MHz 894.7 Jy
					1435 MHz 894.0 Jy
					1440 MHz 893.3 Jy
					1445 MHz 892.5 Jy
					1450 MHz 891.8 Jy

Table 2: Table showing flux density measurements as a function of frequencies for Crab calibrator source in steps of 5 MHz interval using methodology explained in Sec. 2.

## Cygnus A

Flux density of Cygnus A:

$S_{\nu} \propto \nu^{\alpha}$

where  $\alpha$  is 0.77 (NED) at low GMRT frequencies.

		(905-1120 MHz)		(1125-1450 MHz)	
		(610-900 MHz)	905 MHz 2559.6 Jy	1125 MHz 2166.6 Jy	
		610 MHz 3462.6 Jy	910 MHz 2548.8 Jy	1130 MHz 2159.2 Jy	
		615 MHz 3441.0 Jy	915 MHz 2538.1 Jy	1135 MHz 2151.9 Jy	
		620 MHz 3419.7 Jy	920 MHz 2527.5 Jy	1140 MHz 2144.7 Jy	
		625 MHz 3398.7 Jy	925 MHz 2517.1 Jy	1145 MHz 2137.5 Jy	
	(325-610 MHz)	630 MHz 3378.1 Jy	930 MHz 2506.7 Jy	1150 MHz 2130.4 Jy	
	325 MHz 5608.7 Jy	635 MHz 3357.7 Jy	935 MHz 2496.4 Jy	1155 MHz 2123.3 Jy	
	(235-325 MHz)	640 MHz 3337.5 Jy	940 MHz 2486.2 Jy	1160 MHz 2116.3 Jy	
	235 MHz 7190.0 Jy	645 MHz 3317.7 Jy	945 MHz 2476.2 Jy	1165 MHz 2109.4 Jy	
	240 MHz 7074.9 Jy	650 MHz 3298.1 Jy	950 MHz 2466.2 Jy	1170 MHz 2102.5 Jy	
(50-235 MHz)	245 MHz 6964.1 Jy	655 MHz 3278.8 Jy	955 MHz 2456.3 Jy	1175 MHz 2095.6 Jy	
50 MHz 23526.5 Jy	250 MHz 6857.1 Jy	660 MHz 3259.8 Jy	960 MHz 2446.5 Jy	1180 MHz 2088.8 Jy	
55 MHz 21870.0 Jy	255 MHz 6753.9 Jy	665 MHz 3241.0 Jy	965 MHz 2436.8 Jy	1185 MHz 2082.0 Jy	
60 MHz 20459.9 Jy	260 MHz 6654.2 Jy	670 MHz 3222.5 Jy	970 MHz 2427.1 Jy	1190 MHz 2075.3 Jy	
65 MHz 19243.1 Jy	265 MHz 6557.8 Jy	675 MHz 3204.2 Jy	975 MHz 2417.6 Jy	1195 MHz 2068.7 Jy	
70 MHz 18181.2 Jy	270 MHz 6464.6 Jy	680 MHz 3186.1 Jy	980 MHz 2408.1 Jy	1200 MHz 2062.1 Jy	
75 MHz 17245.3 Jy	275 MHz 6374.3 Jy	685 MHz 3168.3 Jy	985 MHz 2398.8 Jy	1205 MHz 2055.5 Jy	
80 MHz 16413.5 Jy	280 MHz 6287.0 Jy	690 MHz 3150.7 Jy	990 MHz 2389.5 Jy	1210 MHz 2049.0 Jy	
85 MHz 15668.7 Jy	285 MHz 6202.3 Jy	695 MHz 3133.3 Jy	995 MHz 2380.3 Jy	1215 MHz 2042.5 Jy	
90 MHz 14997.5 Jy	290 MHz 6120.2 Jy	700 MHz 3116.1 Jy	1000 MHz 2371.2 Jy	1220 MHz 2036.1 Jy	
95 MHz 14389.0 Jy	295 MHz 6040.6 Jy	705 MHz 3099.2 Jy	1005 MHz 2362.1 Jy	1225 MHz 2029.8 Jy	
100 MHz 13834.6 Jy	300 MHz 5963.3 Jy	710 MHz 3082.5 Jy	1010 MHz 2353.1 Jy	1230 MHz 2023.4 Jy	
105 MHz 13327.1 Jy	305 MHz 5888.3 Jy	715 MHz 3065.9 Jy	1015 MHz 2344.3 Jy	1235 MHz 2017.2 Jy	
110 MHz 12860.6 Jy	310 MHz 5815.4 Jy	720 MHz 3049.6 Jy	1020 MHz 2335.5 Jy	1240 MHz 2010.9 Jy	
115 MHz 12430.1 Jy	315 MHz 5744.6 Jy	725 MHz 3033.5 Jy	1025 MHz 2326.7 Jy	1245 MHz 2004.7 Jy	
120 MHz 12031.4 Jy	320 MHz 5675.7 Jy	730 MHz 3017.6 Jy	1030 MHz 2318.1 Jy	1250 MHz 1998.6 Jy	
125 MHz 11661.0 Jy	325 MHz 5608.7 Jy	735 MHz 3001.8 Jy	1035 MHz 2309.5 Jy	1255 MHz 1992.5 Jy	
130 MHz 11315.8 Jy		740 MHz 2986.3 Jy	1040 MHz 2301.0 Jy	1260 MHz 1986.4 Jy	
135 MHz 10993.4 Jy		745 MHz 2970.9 Jy	1045 MHz 2292.5 Jy	1265 MHz 1980.4 Jy	
140 MHz 10691.4 Jy		750 MHz 2955.7 Jy	1050 MHz 2284.2 Jy	1270 MHz 1974.4 Jy	
145 MHz 10407.8 Jy		755 MHz 2940.7 Jy	1055 MHz 2275.9 Jy	1275 MHz 1968.5 Jy	
150 MHz 10141.0 Jy		760 MHz 2925.9 Jy	1060 MHz 2267.6 Jy	1280 MHz 1962.6 Jy	
155 MHz 9889.4 Jy		765 MHz 2911.2 Jy	1065 MHz 2259.5 Jy	1285 MHz 1956.8 Jy	
160 MHz 9651.8 Jy		770 MHz 2896.7 Jy	1070 MHz 2251.4 Jy	1290 MHz 1950.9 Jy	
165 MHz 9427.0 Jy		775 MHz 2882.4 Jy	1075 MHz 2243.4 Jy	1295 MHz 1945.2 Jy	
170 MHz 9213.9 Jy		780 MHz 2868.2 Jy	1080 MHz 2235.4 Jy	1300 MHz 1939.4 Jy	
175 MHz 9011.5 Jy		785 MHz 2854.2 Jy	1085 MHz 2227.5 Jy	1305 MHz 1933.7 Jy	
180 MHz 8819.1 Jy		790 MHz 2840.4 Jy	1090 MHz 2219.7 Jy	1310 MHz 1928.1 Jy	
185 MHz 8636.0 Jy		795 MHz 2826.7 Jy	1095 MHz 2211.9 Jy	1315 MHz 1922.5 Jy	
190 MHz 8461.4 Jy		800 MHz 2813.2 Jy	1100 MHz 2204.2 Jy	1320 MHz 1916.9 Jy	
195 MHz 8294.7 Jy		805 MHz 2799.8 Jy	1105 MHz 2196.6 Jy	1325 MHz 1911.3 Jy	
200 MHz 8135.3 Jy		810 MHz 2786.5 Jy	1110 MHz 2189.0 Jy	1330 MHz 1905.8 Jy	
205 MHz 7982.9 Jy		815 MHz 2773.4 Jy	1115 MHz 2181.5 Jy	1335 MHz 1900.4 Jy	
210 MHz 7836.9 Jy		820 MHz 2760.4 Jy	1120 MHz 2174.0 Jy	1340 MHz 1894.9 Jy	
215 MHz 7696.9 Jy		825 MHz 2747.6 Jy		1345 MHz 1889.5 Jy	
220 MHz 7562.6 Jy		830 MHz 2734.9 Jy		1350 MHz 1884.2 Jy	
225 MHz 7433.5 Jy		835 MHz 2722.4 Jy		1355 MHz 1878.8 Jy	
230 MHz 7309.4 Jy		840 MHz 2710.0 Jy		1360 MHz 1873.6 Jy	
235 MHz 7190.0 Jy		845 MHz 2697.7 Jy		1365 MHz 1868.3 Jy	
		850 MHz 2685.5 Jy		1370 MHz 1863.1 Jy	
		855 MHz 2673.5 Jy		1375 MHz 1857.9 Jy	
		860 MHz 2661.5 Jy		1380 MHz 1852.7 Jy	
		865 MHz 2649.8 Jy		1385 MHz 1847.6 Jy	
		870 MHz 2638.1 Jy		1390 MHz 1842.5 Jy	
		875 MHz 2626.5 Jy		1395 MHz 1837.4 Jy	
		880 MHz 2615.1 Jy		1400 MHz 1832.4 Jy	
		885 MHz 2603.8 Jy		1405 MHz 1827.4 Jy	
		890 MHz 2592.5 Jy		1410 MHz 1822.4 Jy	
		895 MHz 2581.4 Jy		1415 MHz 1817.5 Jy	
		900 MHz 2570.5 Jy		1420 MHz 1812.6 Jy	
				1425 MHz 1807.7 Jy	
				1430 MHz 1802.9 Jy	
				1435 MHz 1798.1 Jy	
				1440 MHz 1793.3 Jy	
				1445 MHz 1788.5 Jy	
				1450 MHz 1783.8 Jy	

Table 3: Table showing flux density measurements as a function of frequencies for Cygnus A calibrator source in steps of 5 MHz interval using methodology explained in Sec. 2.

## Virgo A

Flux density of Virgo A:

$S_{\nu} \propto \nu^{-\alpha}$

where  $\alpha$  is 0.78 (NED) at low GMRT frequencies.

		(325-610 MHz)		(610-900 MHz)		(905-1120 MHz)		(1125-1450 MHz)	
		325 MHz	670.0 Jy	625 MHz	401.2 Jy	905 MHz	300.1 Jy	1125 MHz	253.1 Jy
	(235-325 MHz)	330 MHz	662.0 Jy	630 MHz	398.7 Jy	910 MHz	298.8 Jy	1130 MHz	252.2 Jy
		235 MHz	863.9 Jy	335 MHz	654.3 Jy	635 MHz	396.3 Jy	915 MHz	297.6 Jy
		240 MHz	849.8 Jy	340 MHz	646.7 Jy	640 MHz	393.8 Jy	920 MHz	296.3 Jy
	(50-235 MHz)	245 MHz	836.1 Jy	345 MHz	639.3 Jy	645 MHz	391.4 Jy	925 MHz	295.0 Jy
50 MHz	2906.8 Jy	250 MHz	823.0 Jy	350 MHz	632.2 Jy	650 MHz	389.1 Jy	930 MHz	293.8 Jy
55 MHz	2697.5 Jy	255 MHz	810.3 Jy	355 MHz	625.2 Jy	655 MHz	386.7 Jy	935 MHz	292.6 Jy
60 MHz	2519.6 Jy	260 MHz	798.1 Jy	360 MHz	618.4 Jy	660 MHz	384.4 Jy	940 MHz	291.3 Jy
65 MHz	2366.4 Jy	265 MHz	786.3 Jy	365 MHz	611.7 Jy	665 MHz	382.2 Jy	945 MHz	290.1 Jy
70 MHz	2232.8 Jy	270 MHz	774.8 Jy	370 MHz	605.2 Jy	670 MHz	379.9 Jy	950 MHz	288.9 Jy
75 MHz	2115.2 Jy	275 MHz	763.7 Jy	375 MHz	598.9 Jy	675 MHz	377.7 Jy	955 MHz	287.8 Jy
80 MHz	2010.9 Jy	280 MHz	753.0 Jy	380 MHz	592.7 Jy	680 MHz	375.6 Jy	960 MHz	286.6 Jy
85 MHz	1917.5 Jy	285 MHz	742.7 Jy	385 MHz	586.6 Jy	685 MHz	373.4 Jy	965 MHz	285.4 Jy
90 MHz	1833.5 Jy	290 MHz	732.6 Jy	390 MHz	580.7 Jy	690 MHz	371.3 Jy	970 MHz	284.3 Jy
95 MHz	1757.4 Jy	295 MHz	722.8 Jy	395 MHz	575.0 Jy	695 MHz	369.2 Jy	975 MHz	283.1 Jy
100 MHz	1688.1 Jy	300 MHz	713.4 Jy	400 MHz	569.3 Jy	700 MHz	367.1 Jy	980 MHz	282.0 Jy
105 MHz	1624.8 Jy	305 MHz	704.2 Jy	405 MHz	563.8 Jy	705 MHz	365.1 Jy	985 MHz	280.9 Jy
110 MHz	1566.6 Jy	310 MHz	695.3 Jy	410 MHz	558.4 Jy	710 MHz	363.1 Jy	990 MHz	279.7 Jy
115 MHz	1512.9 Jy	315 MHz	686.6 Jy	415 MHz	553.1 Jy	715 MHz	361.1 Jy	995 MHz	278.6 Jy
120 MHz	1463.3 Jy	320 MHz	678.2 Jy	420 MHz	548.0 Jy	720 MHz	359.1 Jy	1000 MHz	277.5 Jy
125 MHz	1417.2 Jy	325 MHz	670.0 Jy	425 MHz	542.9 Jy	725 MHz	357.1 Jy	1005 MHz	276.5 Jy
130 MHz	1374.3 Jy			430 MHz	537.9 Jy	730 MHz	355.2 Jy	1010 MHz	275.4 Jy
135 MHz	1334.2 Jy			435 MHz	533.1 Jy	735 MHz	353.3 Jy	1015 MHz	274.3 Jy
140 MHz	1296.7 Jy			440 MHz	528.3 Jy	740 MHz	351.5 Jy	1020 MHz	273.3 Jy
145 MHz	1261.5 Jy			445 MHz	523.7 Jy	745 MHz	349.6 Jy	1025 MHz	272.2 Jy
150 MHz	1228.4 Jy			450 MHz	519.1 Jy	750 MHz	347.8 Jy	1030 MHz	271.2 Jy
155 MHz	1197.2 Jy			455 MHz	514.6 Jy	755 MHz	346.0 Jy	1035 MHz	270.2 Jy
160 MHz	1167.8 Jy			460 MHz	510.2 Jy	760 MHz	344.2 Jy	1040 MHz	269.1 Jy
165 MHz	1140.0 Jy			465 MHz	505.9 Jy	765 MHz	342.4 Jy	1045 MHz	268.1 Jy
170 MHz	1113.6 Jy			470 MHz	501.7 Jy	770 MHz	340.7 Jy	1050 MHz	267.1 Jy
175 MHz	1088.6 Jy			475 MHz	497.6 Jy	775 MHz	339.0 Jy	1055 MHz	266.1 Jy
180 MHz	1064.8 Jy			480 MHz	493.5 Jy	780 MHz	337.2 Jy	1060 MHz	265.2 Jy
185 MHz	1042.2 Jy			485 MHz	489.5 Jy	785 MHz	335.6 Jy	1065 MHz	264.2 Jy
190 MHz	1020.6 Jy			490 MHz	485.6 Jy	790 MHz	333.9 Jy	1070 MHz	263.2 Jy
195 MHz	1000.0 Jy			495 MHz	481.7 Jy	795 MHz	332.2 Jy	1075 MHz	262.2 Jy
200 MHz	980.4 Jy			500 MHz	477.9 Jy	800 MHz	330.6 Jy	1080 MHz	261.3 Jy
205 MHz	961.6 Jy			505 MHz	474.2 Jy	805 MHz	329.0 Jy	1085 MHz	260.3 Jy
210 MHz	943.6 Jy			510 MHz	470.6 Jy	810 MHz	327.4 Jy	1090 MHz	259.4 Jy
215 MHz	926.3 Jy			515 MHz	467.0 Jy	815 MHz	325.8 Jy	1095 MHz	258.5 Jy
220 MHz	909.8 Jy			520 MHz	463.5 Jy	820 MHz	324.3 Jy	1100 MHz	257.6 Jy
225 MHz	893.9 Jy			525 MHz	460.0 Jy	825 MHz	322.7 Jy	1105 MHz	256.6 Jy
230 MHz	878.6 Jy			530 MHz	456.6 Jy	830 MHz	321.2 Jy	1110 MHz	255.7 Jy
235 MHz	863.9 Jy			535 MHz	453.2 Jy	835 MHz	319.7 Jy	1115 MHz	254.8 Jy
				540 MHz	450.0 Jy	840 MHz	318.2 Jy	1120 MHz	253.9 Jy
				545 MHz	446.7 Jy	845 MHz	316.7 Jy		
				550 MHz	443.5 Jy	850 MHz	315.3 Jy		
				555 MHz	440.4 Jy	855 MHz	313.8 Jy		
				560 MHz	437.3 Jy	860 MHz	312.4 Jy		
				565 MHz	434.3 Jy	865 MHz	311.0 Jy		
				570 MHz	431.3 Jy	870 MHz	309.6 Jy		
				575 MHz	428.3 Jy	875 MHz	308.2 Jy		
				580 MHz	425.4 Jy	880 MHz	306.8 Jy		
				585 MHz	422.6 Jy	885 MHz	305.4 Jy		
				590 MHz	419.8 Jy	890 MHz	304.1 Jy		
				595 MHz	417.0 Jy	895 MHz	302.8 Jy		
				600 MHz	414.3 Jy	900 MHz	301.5 Jy		
				605 MHz	411.6 Jy				
				610 MHz	408.9 Jy				

Table 4: Table showing flux density measurements as a function of frequencies for Virgo A calibrator source in steps of 5 MHz interval using methodology explained in Sec. 2.