

Anàlisi d'Antenes Mitjançant MATLAB

Laia Sorribes Graells

Juny 2022

Directors del projecte: Dr. Jaume Anguera i Dra. Aurora Andújar

Grau en Enginyeria de Tecnologies i Serveis de Telecomunicació
Anàlisi d'Antenes

Índex

1. **Introducció**
 - a. Context
 - b. Objectius
 - f. Antena monopol radial
 - g. Antena dipol
 - h. Antena Bow-Tie Triangular
2. **Estat de l'art**
3. **Conceptes bàsics**
4. **Anàlisi i simulació d'antenes**
 - a. Antena monopol
 - b. Antena F invertida
 - c. Antena L invertida
 - d. Antena Top-Hat
 - e. Antena monopol cilíndrica
5. **Comparació antenes**
6. **Conclusions**
7. **Bibliografia**

1. INTRODUCCIÓ

a. Context

El sector de la telefonia i dispositius mòbils **ha crescut exponencialment**



Augment de la varietat d'antenes per adaptar-se a les necessitats del producte



Ús necessari de **software** per l'estudi i caracterització de les antenes



Simulacions precises i potents PERÒ

- Requereix **gran capacitat de computació**
- **Coneixements i experiència** dels usuaris
- **Alts costos de llicències**

Utilitzar MATLAB® per veure el potencial i viabilitat a l'hora de dissenyar i simular de manera ràpida antenes.

- Utilitzat en **entorns acadèmics**
 - *Interface* senzilla
- **Software compatible** en la majoria d'equips

b. Objectius

- **Estudiar les possibilitats que ofereix MATLAB®** per l'estudi d'antenes i disseny d'antenes en **entorns acadèmics**.
- **Analitzar antenes** de diferents tipus que es troben incloses en les llibreries de MATLAB®.
- **Estudiar l'adaptació** de diferents tipus d'antenes a **una freqüència de 900MHz**.
- **Observar** com varia **l'ample de banda** quan modifiquem valors com el *ground plane*, el gruix o l'alçada.
- Realitzar una **comparació entre les antenes** de diferents tipus analitzades per veure'n les semblances i diferències.

2. ESTAT DE L'ART

L'ús de simuladors és **inevitable** en l'àmbit **professional**

Redueix els costos de prototipatge
Obtenció de **resultats fiables** i precisos
Simulacions potents

Taula 1. Requeriments de hardware recomanats pels diferents programaris.

Programari	Memòria RAM	Emmagatzematge
CST Studio Tools®	64-128GB per CPU	500GB
Ansoft HFSS®	64-128GB per CPU	1TB
Altair Feko®	64- 256GB	500GB
MATLAB® 2022	8GB	5-24GB

3. CONCEPTES BÀSICS

IMPEDÀNCIA DE L'ANTENA. Relació entre la tensió i el corrent en el port d'entrada de l'antena.

COEFICIENT DE REFLEXIÓ. Mesura la desadaptació d'impedàncies. També anomenat **paràmetre S_{11}** .

$$S_{11} = \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} \quad S_{11}(dB) \in (-\infty, 0)$$

AMPLE DE BANDA. Rang de freqüències en que l'antena pot funcionar mentre que alguna altra característica es manté dins d'un rang.

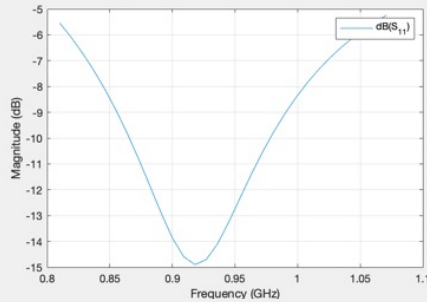
$$\Delta f \text{ (MHz)} = f_1 - f_2$$

$$\text{Amplada de Banda (\%)} = \frac{\Delta f}{f \text{ de referència}} \cdot 100$$

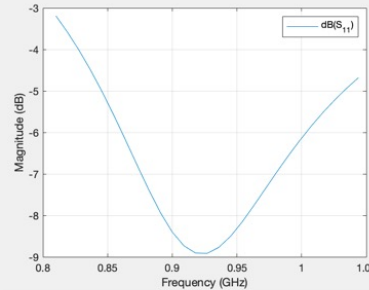
4. ANÀLISIS I SIMULACIÓ D'ANTENES

a. Antena monopol

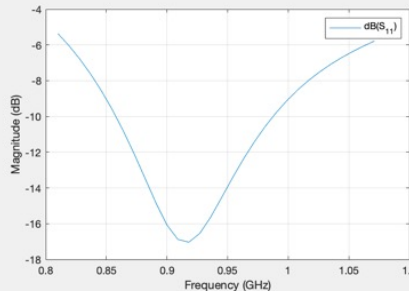
Simulació n°1. monopol de 0,078m d'altura,
0,0033m de gruix i un ground plane de
0,166x0,166m



Simulació n°2. monopol de 0,078m
d'altura, 0,0033m de gruix i un **ground
plane de 0,5x0,5m**



Simulació n°3. Monopol de 0,078m
d'altura, 0,033m de gruix i un **ground
plane de 1x1m**

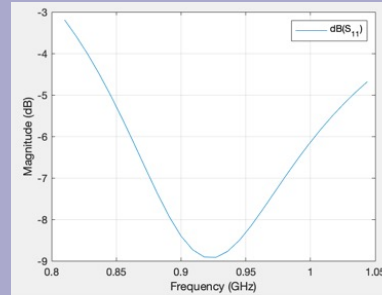


Taula 2. Ample de banda d'un
monopol en relació al ground plane

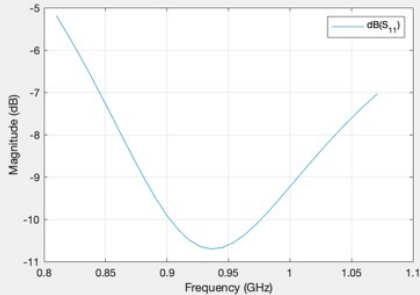
Ground plane	BW %
0,166x0,166m	15,4%
0,5x0,5m	20,55%
1x1m	26,6%

a. Antena monopol

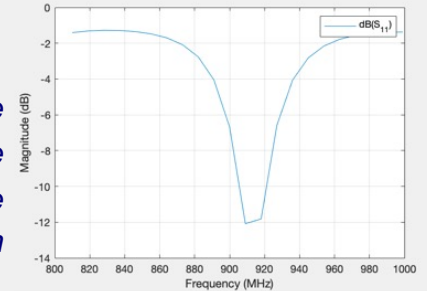
Simulació nº1. monopol de 0,078m d'altura, 0,0033m de gruix i un ground plane de 0,166x0,166m



Simulació nº4. monopol de 0,078m d'altura, **0,019m de gruix** i un ground plane de 0,166x0,166m



Simulació nº5. monopol de **0,9m d'altura**, 0,0033m de gruix i un ground plane de 0,166x0,166m



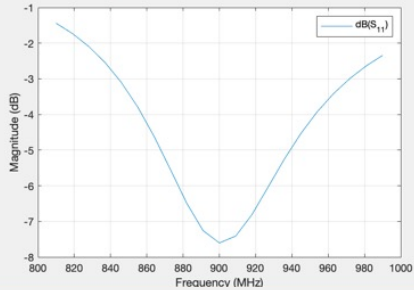
Taula 3. Ample de banda d'un monopol en relació al gruix

Gruix	BW %
0,0033 m	30,55%
0,019 m	20,55%

Taula 4. Ample de banda d'un monopol en relació a l'altura

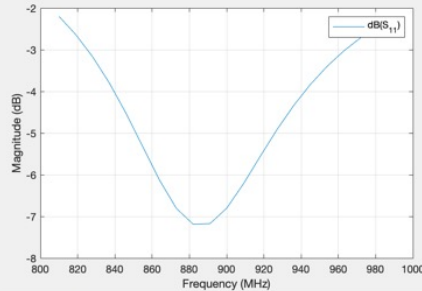
Altura	BW %
0,078 m	15,4%
0,9 m	3,33%

b. Antena F invertida

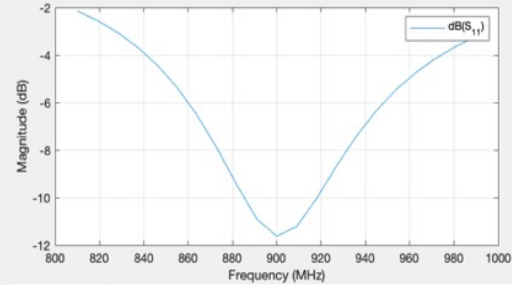
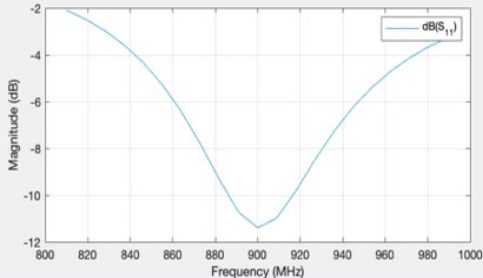


Simulació n°1. antena inverted F de 0,26972m d'altura, 0,0037m de gruix i un ground plane de 0,19x0,19m

Simulació n°2. antena inverted F de 0,26972m d'altura, 0,006m de gruix i un ground plane de 0,19x0,19m



Simulació n°3. antena inverted F de 0,26972m d'altura, 0,0037m de gruix i un **ground plane de 0,9x0,9m**

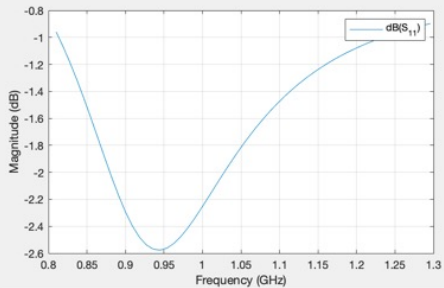


Simulació n°4. antena inverted F de 0,26972m d'altura, 0,0037 de gruix i un **ground plane de 0,9x2,1m**

Taula 5. Ample de banda d'una antena F invertida en relació al gruix i al ground plane

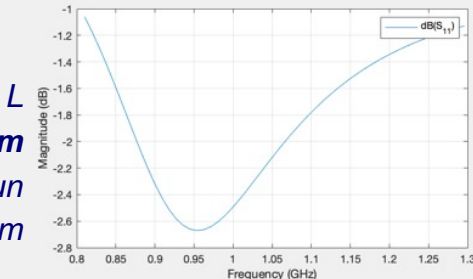
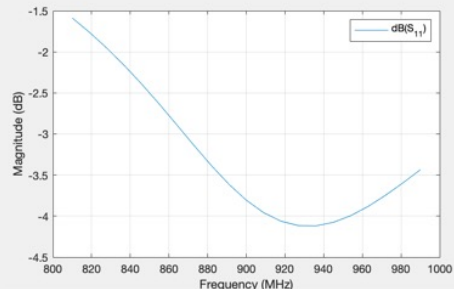
Gruix	Ground Plane	BW %
0,0037 m	0,19x0,19m	5,55%
0,006m	0,19x0,19m	5,55%
0,0037 m	0,9x0,9m	9,44%
0,0037 m	0,9x2,1m	9,44%

c. Antena L invertida

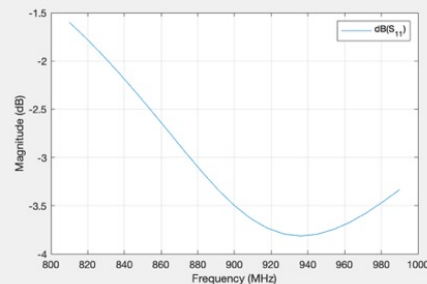


Simulació n°1. antena inverted L de 0,02582 m d'alçada 0,00368m de gruix i 0,057m de llargada i un ground plane de 0,18x0,18m

Simulació n°2. antena inverted L de 0,02582 m d'alçada, **0,006m de gruix** i 0,057m de llargada i un ground plane de 0,18x0,18m



Simulació n°3. antena inverted L de 0,02582 m d'alçada 0,00368m de gruix i 0,057m de llargada i un **ground plane de 0,7x0,7m.**

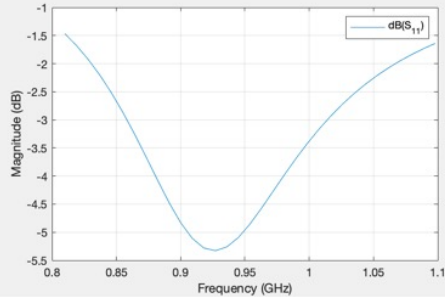


Simulació n°4. antena inverted L de 0,02582 m d'alçada 0,00368m de gruix i 0,057m de llargada i un **ground plane de 0,9x2,1m**

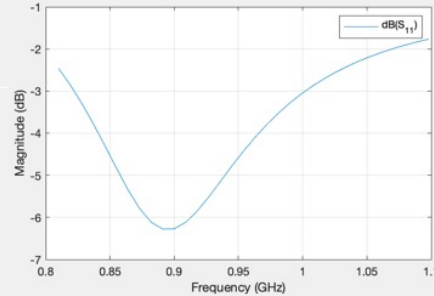
Taula 6. Ample de banda d'una antena L invertida en relació al gruix i al ground plane

Gruix	Ground Plane	BW %
0,00368 m	0,18x0,18m	No adaptada
0,006 m	0,18x0,18m	No adaptada
0,0037 m	0,7x0,7m	No adaptada
0,0037 m	0,9x2,1m	No adaptada

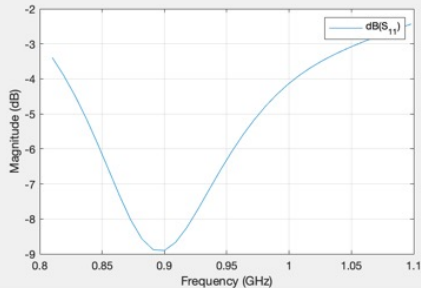
d. Antena Top-Hat



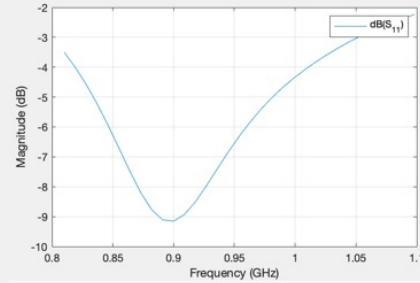
Simulació n°1. Top-Hat de 0,04953 m d'alçada 0,00049m de gruix i un ground plane de 0,099x0,099m



Simulació n°2. Top-Hat de 0,04953m d'alçada 0,00049m de gruix i un **ground plane de 0.2x0.2m**



Simulació n°3. Top-Hat de 0,04953m d'alçada 0,00049m de gruix i un **ground plane de 0,6x0,6m**

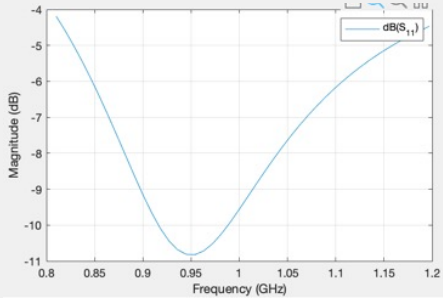


Simulació n°4. antena Top-Hat de 0,04953m d'alçada 0,00049m de gruix i un **ground plane de 0,9x0,9m**

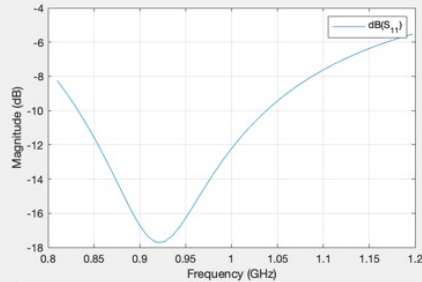
Taula 7. Ample de banda d'una antena Top-Hat en relació al ground plane

Ground Plane	BW %
0,099 x 0,099m	No adaptada
0,2 x 0,2 m	3,66%
0,6 x 0,6 m	11,89%
0,9 x 0,9 m	12,77%

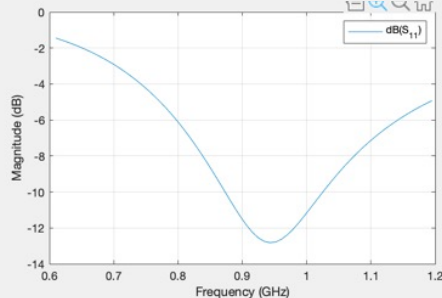
e. Antena monopol cilíndrica



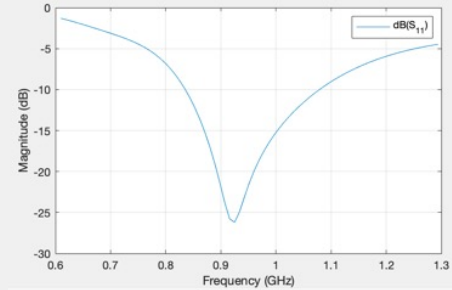
Simulació nº1. antena cilíndrica de 0,0779m d'alçada 0,0031m de gruix i un ground plane de 0,15x0,15m



Simulació nº2. antena cilíndrica de 0,085m d'alçada 0,009m de gruix i un ground plane de 0,15x0,15m



Simulació nº3. antena cilíndrica de 0,085m d'alçada 0,018m de gruix i un ground plane de 0,15x0,15m

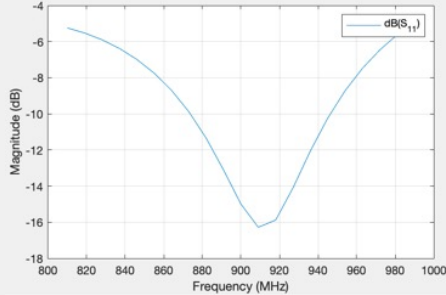


Simulació nº4. antena cilíndrica de 0,0779m d'alçada 0,0031m de gruix i un **ground plane de 0,4x0,4m**

Taula 8. Ample de banda d'una antena monopol cilíndrica en relació al gruix i al ground plane

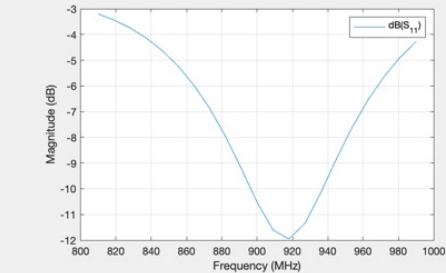
Gruix	Ground Plane	BW %
0,0031 m	0,15x0,15m	27,78%
0,009 m	0,15x0,15m	42,78%
0,018 m	0,15x0,15m	35,89%
0,0031 m	0,4x0,4m	45,56%

f. Antena monopol radial

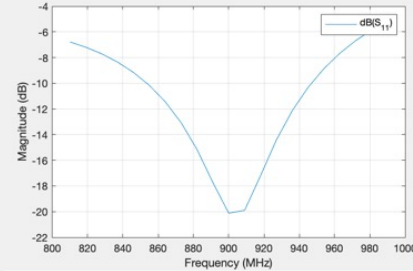
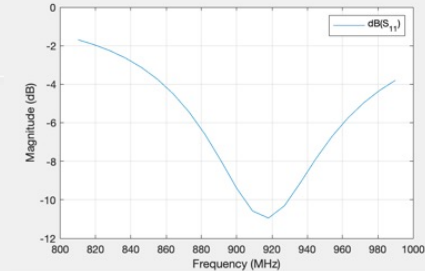


Simulació n°1. antena radial de 0,0839m d'alçada 0,000083m de gruix i **12 radials**

Simulació n°2. antena radial de 0,0839m d'alçada 0,000083m de gruix i **4 radials**

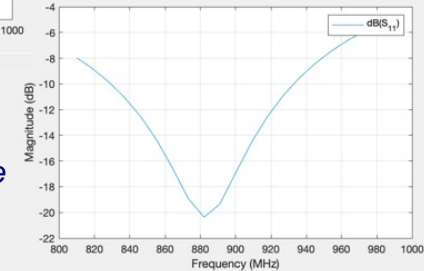


Simulació n°3. antena radial de 0,0839m d'alçada 0,000083m de gruix i **8 radials**



Simulació n°4. antena radial de 0,0839 m d'alçada 0,000083m de gruix i **16 radials**

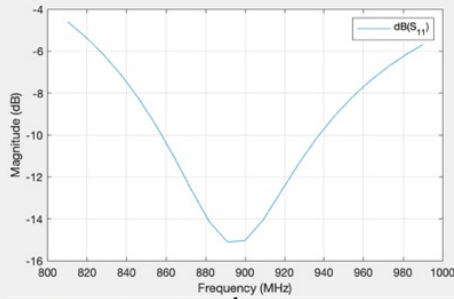
Simulació n°5. antena radial de 0,0839 m d'alçada 0,000083m de gruix i **32 radials**



Taula 9. Ample de banda d'una antena monopol radial en relació al numero de radials

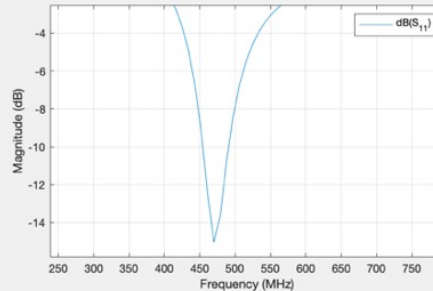
Número de radials	BW %
12	No adaptada
4	8,89%
8	12,22%
16	19,78%
32	20%

g. Antena dipol

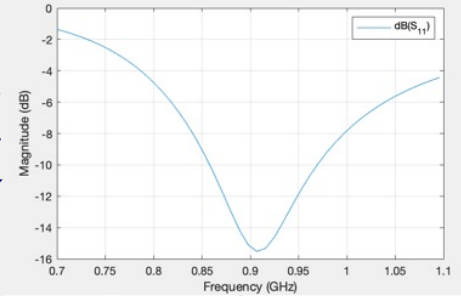


Simulació nº1. antena dipol
de 0,15 metres d'alçada i
0,0033 de gruix

Simulació nº2. antena dipol
de 0,3 metres d'alçada i
0,0033 de gruix



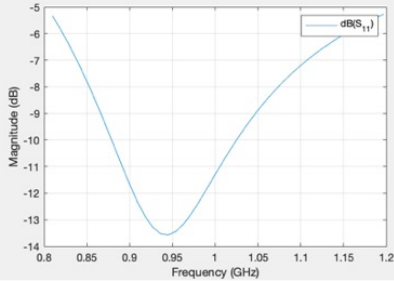
Simulació nº3. antena
dipol de 0,15 metres
d'alçada i 0,01 de gruix



Taula 10. Ample de banda d'un dipol en funció de
diferents alçades i gruixos

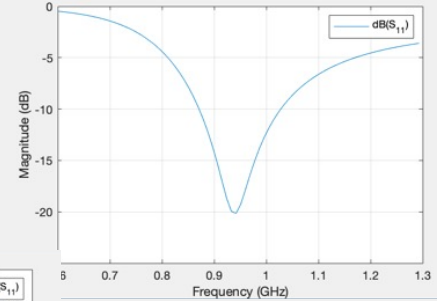
Alçada	Gruix	BW %
0,15 m	0,0033 m	17,78%
0,3 m	0,0033 m	7,78%
0,15 m	0,01 m	25%

h. Antena Bow-Tie Triangular

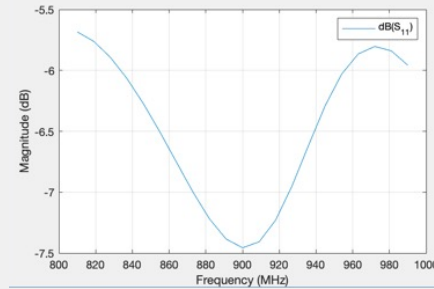
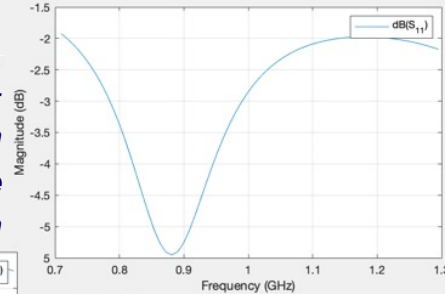


Simulació nº1. antena Bow-Tie triangular de 0,088m d'alçada i 90 graus d'angle de campana

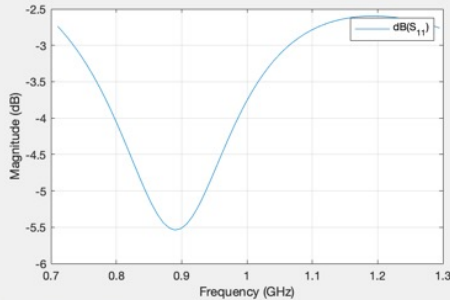
Simulació nº4. antena Bow-Tie triangular de 0,1 m d'alçada i 60° d'angle de campana



Simulació nº2. antena Bow-Tie triangular de 0,45 m d'alçada i 25° d'angle de campana

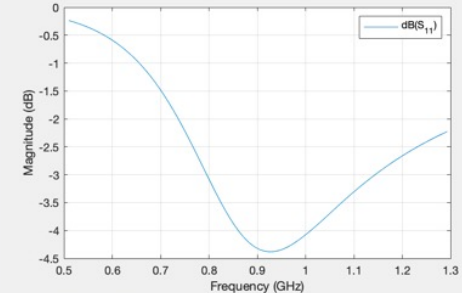


Simulació nº5. antena Bow-Tie triangular de 0,9 m d'alçada i 120° d'angle de campana



Simulació nº3. antena Bow-Tie triangular de 0,45 m d'alçada i 45° d'angle de campana.

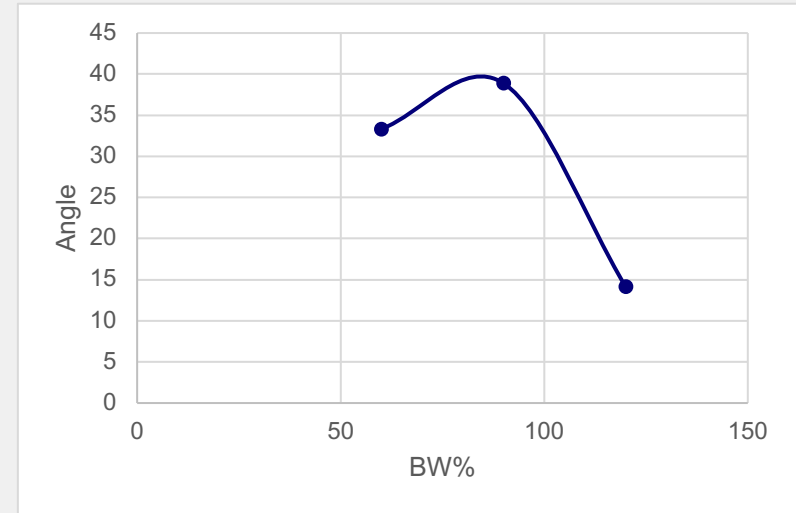
Simulació nº6. antena Bow-Tie triangular de 0,055 m d'alçada i 145° d'angle de campana



h. Antena Bow-Tie Triangular

Taula 11. Ample de banda d'una antena Bow-Tie en funció dels diferents angles

Alçada	Angle	BW %
0,055 m	145°	No adaptada
0,9 m	120°	14,14%
0,088 m	90°	38,89%
0,1 m	60°	33,33%
0,45 m	45°	No adaptada
0,45 m	25°	No adaptada



5. COMPARACIÓ

Grup nº 1	BW %	Grup nº 2	BW %	Grup nº 3	BW %	Grup nº 4	BW %
Monopol d'altura 0,9m, gruix 0,0033m i <i>ground plane</i> 0,166x0,1666m	3,3%	Monopol d'altura 0,078m, gruix 0,0033m i <i>ground plane</i> 0,166x0,1666m	14,5%	Monopol d'altura 0,078m, gruix 0,0033m i <i>ground plane</i> de 1x1m	26,6%	Monopol de 0,078m d'altura, 0,019m de gruix i un <i>ground plane</i> de 0,166x0,166m	30,55%
TopHat de 0,04953m d'altura, 0,00049m i <i>ground plane</i> 0,6m	3,6%	TopHat de 0,04953m d'altura, 0,00049m i <i>ground plane</i> 0,9m	12,77%	Monopol cilíndric de 0,00779m d'altura, 0,0031m de gruix i <i>ground plane</i> 0,15m	27,78%	Monopol cilíndric amb altura 0,085m, gruix de 0,009m i <i>ground plane</i> de 0,15x0,15m	42,78%
		BowTie de 0,9m d'alçada i un angle de 120°	14,44%	Antena radial de 0,0839m d'alçada, 0,000083m de gruix i 32 radials	20%	Monopol cilíndric amb altura 0,085m, gruix de 0,009m i <i>ground plane</i> de 0,4x0,4m	45,56%
		Dipol d'alçada de 0,15m i gruix de 0,0033m	17,78%	Dipol d'alçada de 0,15m i gruix de 0,01m	25%		

6. CONCLUSIONS

- MATLAB® és una **bona eina** per dur a terme **estudis preliminars** d'antenes.
- MATLAB® ens **permet simular i analitzar** diferents antenes que es troben incloses a les llibreries de *ToolBox* d'antenes com es el cas de monopols, antenes invertides i dipols, entre d'altres.
- De manera que de cara ha futures línies de treball podríem trobar **nombroses aplicacions** degut a les aplicacions que presenta MATLAB® juntament amb el *ToolBox* d'antenes.

7. BIBLIOGRAFIA

“MATLAB version R2022a Update 189.” The MathWorks Inc, Natick, Massachusetts, USA, 2022.

G. Vandenbosch, “State-of-the-art in Antenna software benchmarking: ‘Are we there yet?,’” vol. 56, pp. 300–308, May 2014, doi: 10.1109/MAP.2014.6931717.

“CST Studio Suite.” Dassault Systèmes, Vélizy-Villacoublay, France, 2022.

“Ansys HFSS.” ANSYS, Inc, Southpointe, Pennsylvania, USA, 2022.

“Altair Feko Solver.” Altair Engineering Inc., Troy, Michigan, USA, 2020.

A. Bensky, “Chapter 3 - Antennas and transmission lines,” in *Short-range Wireless Communication (Third Edition)*, Third Edition., A. Bensky, Ed. Newnes, 2019, pp. 43–83. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815405-2.00003-8>.

A. Andújar Linares, J. Anguera Pros, and G. Cobo Rodríguez, *Antenes*, 4a ed. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, 2018.

C. M. Furse, O. P. Gandhi, and G. Lazzi, “Wire Elements: Dipoles, Monopoles, and Loops,” in *Modern Antenna Handbook*, Wiley, 2008, pp. 57–95. doi: 10.1002/9780470294154.ch2.

Y. Huang and K. Boyle, “Special Topics,” in *Antennas: From Theory to Practice*, 2008, pp. 283–356. doi: 10.1002/9780470772911.ch8.

V. Hubregt J., “Introduction,” in *Antenna Theory and Applications*, John Wiley & Sons, Ltd, 2012, pp. 1–13. doi: <https://doi.org/10.1002/9781119944751.ch1>.

S. K. Gupta, H. K. Jangam, and N. Sharma, “Theory of Antennas, Its Advantage & Applications in Communication Systems,” *International Journal of Engineering Development and Research (IJEDR)*, vol. 6, no. 1, pp. 925–930, Mar. 2018, [Online]. Available: <http://www.ijedr.org/papers/IJEDR1801159.pdf>