
Antena fractal

Autor:

Data de publicació: 13-11-2022

Una antena fractal és una antena que utilitza un disseny fractal i auto-similar per maximitzar la longitud efectiva, o augmentar el perímetre (en seccions interiors o l'estructura exterior), de material que pot rebre o transmetre radiació electromagnètica dins d'una superfície total o volum determinada.

[Salta a la navegació](#)[Anar a la cerca](#)

Un exemple d'antena fractal: una corba d'ompliment de l'espai anomenada "illa de Minkowski"[1]o "fractal de Minkowski"[2]

Part d'una sèrie sobre

Antenes

amagar

Tipus comuns

Dipole

Fractal

Loop

Monopole

Antena parabòlica

Televisió Fuet

mostrar
Components

mostrar
Sistemes

mostrar
Seguretat i regulació

mostrar
Fonts de radiació / regions

mostrar
Característiques

mostrar
Tècniques

V

t e

Una antena fractal és una antena que utilitza un disseny fractal i auto-similar per maximitzar la longitud efectiva, o augmentar el perímetre (en seccions interiors o l'estructura exterior), de material que pot rebre o transmetre radiació electromagnètica dins d'una superfície total o volum determinada.

Aquestes antenes fractals també es coneixen com a corbes d'ompliment multinivell i d'espai, però l'aspecte clau rau en la repetició d'un motiu en dues o més mides d'escala,[3]o "iteracions". Per aquest motiu, les antenes fractals són molt compactes, multibanda o banda ampla, i tenen aplicacions útils en les comunicacions de telefonia mòbil i microones. La resposta d'una antena fractal difereix notablement dels dissenys d'antenes tradicionals, ja que és capaç de funcionar amb un rendiment bo a excel·lent a moltes freqüències diferents simultàniament. Normalment, les antenes estàndard s'han de "tallar" per a la freqüència per a la qual s'han d'utilitzar i, per tant, les antenes estàndard només funcionen bé a aquesta freqüència.

A més, la naturalesa fractal de l'antena redueix la seva mida, sense l'ús de cap component, com ara inductors o condensadors.

Contingut

Antenes log-periòdiques i fractals

Les antenes log-periòdiques són matrius inventades el 1952 i comunament vistes com a antenes de TV. Això va ser molt abans que Mandelbrot encunyés la paraula fractal el 1975. [4] Alguns autors (per exemple Cohen)[5]consideren que les antenes log-periòdiques són una forma primerenca d'antena fractal a causa de la seva infinita similitud a totes les escales. No obstant això, tenen una longitud finita fins i tot en el límit teòric amb un nombre infinit d'elements i, per tant, no tenen una dimensió fractal que superi la seva dimensió topològica, que és una manera de definir els fractals. Més típicament, (per exemple Pandey)[6]els autors els tracten com una classe d'antena separada, però relacionada.

Antenes d'elements fractals i rendiment

Una antena fractal de matriu planar (arbre H)

Els elements de les antenes (a diferència de les antenes, que normalment no s'inclouen com a antenes fractals) fets de formes auto-similars van ser creats per primera vegada per Nathan Cohen[7], llavors professor de la Universitat de Boston, a partir del 1988. [8] Els esforços de Cohen amb diversos dissenys d'antenes fractals es van publicar per primera vegada el 1995. [1] La publicació de Cohen va marcar la publicació científica inaugural sobre antenes fractals.

Moltes antenes d'elements fractals utilitzen l'estructura fractal com a combinació virtual de condensadors i inductors. Això fa que l'antena tingui moltes ressonàncies diferents que es poden triar i ajustar escollint el disseny fractal adequat. Aquesta complexitat sorgeix perquè el corrent sobre l'estructura té una disposició complexa causada per la inductància i l'autocapacitació. En general, tot i que la seva longitud elèctrica efectiva és més llarga, les antenes d'elements fractals són físicament més petites, de nou a causa d'aquesta càrrega reactiva.

Així, les antenes d'elements fractals es redueixen en comparació amb els dissenys convencionals i no necessiten components addicionals, suposant que l'estructura tingui la impedància d'entrada ressonant desitjada. En general, la dimensió fractal d'una antena fractal és un mal predictor del seu rendiment i aplicació. No totes les antenes fractals funcionen bé per a una aplicació o conjunt d'aplicacions determinat. Els mètodes de cerca per ordinador i les simulacions d'antenes s'utilitzen habitualment per identificar quins dissenys d'antenes fractals satisfan millor les necessitats de l'aplicació.

Estudis realitzats durant la dècada de 2000 van mostrar avantatges de la tecnologia d'elements fractals en aplicacions de la vida real, com la RFID[9] i els telèfons mòbils. [10] Els fractals s'han utilitzat comercialment en antenes des de la dècada de 2010.[11] Els seus avantatges són un bon rendiment multibanda, ample de banda i àrea petita. [12] El guany amb petites dimensions resulta d'interferències constructives amb múltiples màxims de corrent, que ofereix l'estructura elèctricament llarga en una àrea petita. [13]

Alguns investigadors han discutit que les antenes fractals tenen un rendiment superior. Steven R. Best el 2003 va observar "que la geometria de l'antena sola, fractal o d'una altra manera, no determina de manera única les propietats electromagnètiques de la petita antena". [14] El 2011, Robert C. Hansen i Robert E. Collin van revisar molts articles sobre antenes fractals i van concloure que no ofereixen cap avantatge sobre dipols de greix, dipols carregats o bucles simples, i que els nofractals sempre són millors. [15] Balanis va informar en diverses antenes fractals i les va trobar equivalents en rendiment a les antenes elèctricament petites amb què es comparaven. [16] Els periòdics de registre, una forma d'antena fractal, tenen les seves característiques electromagnètiques determinades únicament per la geometria, a través d'un angle d'obertura. [17][18]

Antenes fractals, invariància de freqüència i equacions de Maxwell

Un atribut diferent i útil d'algunes antenes d'elements fractals és el seu aspecte d'autoescalat. El 1957, V.H. Rumsey[18] va presentar resultats que l'escalat definit per angle era un dels requisits subjacents per fer que les antenes fossin invariants (tenen les mateixes propietats de radiació) en un nombre o rang de freqüències. El treball de Y. Mushiake al Japó a partir de 1948[19] va demostrar resultats similars d'antenes independents de freqüència amb auto-complementarietat.

Es creia que les antenes s'havien de definir per angles perquè això fos cert, però el 1999 es va descobrir[20] que l'autosemblança era un dels requisits subjacents per fer que la freqüència de les antenes i l'amplada de banda fossin invariants. En altres paraules, l'aspecte auto-similar era el requisit subjacent, juntament amb la simetria d'origen, per a la independència de freqüència. Les antenes definides per angle són auto-similars, però altres antenes auto-similars són independents de la freqüència encara que no definides per angle.

Aquesta anàlisi, basada en les equacions de Maxwell, va mostrar que les antenes fractals ofereixen una visió tancada i única d'un aspecte clau dels fenòmens electromagnètics. Per enginyar: la propietat d'invariància de les equacions de Maxwell. Això ara es coneix com el Principi de Hohlfeld-Cohen-Rumsey (HCR). Es va demostrar que el treball anterior de Mushiake sobre la complementarietat d'un mateix es limitava a la suavitat de la impedància, com s'esperava del Principi de Babinet, però no a la invariància de freqüència.

Altres usos

A més del seu ús com a antenes, els fractals també han trobat aplicació en altres components del sistema d'antenes, incloses càrregues, contrapesos i avions terrestres.

També es van descobrir i inventar inductors fractals i circuits sintonitzats fractals (ressonadors fractals) simultàniament amb antenes d'elements fractals. [3][21] Un exemple emergent d'això és en els metamaterials. Un invent recent demostra l'ús de ressonadors fractals estretament empaquetats per fer el primer mantell d'invisibilitat metamaterial de banda ampla a freqüències de microones. [22][23]

Els filtres fractals (un tipus de circuit sintonitzat) són un altre exemple on s'ha demostrat la superioritat de l'enfocament fractal per a una mida més petita i un millor rebuig. [24][25][26]

Com que els fractals es poden utilitzar com a contrapesos, càrregues, plans de terra i filtres, totes les parts que es poden integrar amb antenes, es consideren parts d'alguns sistemes d'antenes i, per tant, es discuteixen en el context de les antenes fractals.

Vegeu també

Guia d'ones (electromagnetisme)
Càlcul fractal

Referències

^ Puja a: un b Cohen, Nathan (Estiu 1995). "Antenes fractals Part 1". Comunicacions trimestrals. 5: 7-22. ISSN1053-9433.

- ^ Ghosh, Basudeb; Sinha, Sachendra N.; i Kartikeyan, M. V. (2014). Obertures fractals en guies d'ona, pantalles conductores i cavitats: anàlisi i disseny, p.88. Volum 187 dela sèrie Springer en ciències òptiques. ISBN9783319065359.
- ^ Puja a:un b Nathan Cohen (2002) "Antenes fractals i ressonadors fractals"Patent dels EUA 6.452.553
- ^ Albers, Donald J.; Alexanderson, Gerald L. (2008). "Benoît Mandelbrot: En les seves pròpies paraules". Persones matemàtiques: perfils i entrevistes. Wellesley, MA: AK Peters. Pàg 214. ISBN978-1-56881-340-0.
- ^ Nathan Cohen, "Antena fractal i primer ressonador fractal", p. 218, ch.8 in, Michael Frame, Nathan Cohen (eds),Benoit Mandelbrot: A Life In Many Dimensions, World Scientific, 2015ISBN9814635537.
- ^ Anil Pandey,Disseny pràctic de microstrip i antenes impreses, p. 5, Casa Artech, 2019ISBN1630816701.
- ^ "Sistemes d'antenes fractals, Inc". www.fractenna.com. [Consulta:22 abril2018].
- ^ Cohen, N. (Estiu 1995). "Antenes fractals Part 1". Comunicacions Trimestrals: 12 barra lateral, 'La primera antena fractal'. ISSN1053-9433.
- ^ Ukkonen L, Sydanheimo L, Kivikoski M (26-28 de març de 2007). "Comparació de rendiment de rang de lectura d'antenes de lector compactes per a un lector RFID UHF de mà". IEEE International Conference on RFID, 2007. pàgines 63-70. DOI:10.1109/RFID.2007.346151. ISBN978-1-4244-1013-2.
- Laurie Sullivan. "En un estudi acadèmic, l'antena fractal RFID guanya" Diari RFID. Arxivat del'original el2 November 2007.
- ^ N. A. Saidatul; A. A. H. Azremi; R. B. Ahmad; P. J. Soh; F. Malek (2009). "Antena F invertida fractal planar multibanda (F-Pifa) per a l'aplicació de telèfons mòbils". Avenços en la recerca electromagnètica B. 14: 127-148. DOI:10.2528/pierb09030802.
- ^ Henry Lau, Disseny pràctic d'antenes per a productes sense fils, p. 208, Artech House, 2019ISBN1630813265.
- ^ John Volakis, Ch-Chi Chen i Kyohei Fujimoto, "Antenes petites", ch. 3.2.5, McGraw Hill, 2010ISBN9780071625531
- ^ Michael Frame, i Nathan Cohen, "Benoit Mandelbrot: una vida en moltes dimensions", ch 8: "Fractal Antenna and Fractal Resonator Primer", ch 8.4, World Scientific Press, 2015ISBN9789814366069
- ^ Best, S.R. (2003). "Una comparació de les propietats ressonants de petites antenes fractals que omplen l'espai". Antenes IEEE i cartes de propagació sense fils. 2(1): 197-200. Bibcode:2003IAWPL...2..197B. DOI:10.1109/1-awp.2003.819680. 15119380 S2CID.
- ^ Robert C. Hansen, Robert E. Collin,Manual d'antenes petites, cap. 5.13, John Wiley & Sons, 2011ISBN1118106857
- ^ Constantine A. Balanis, "Modern Antenna Handbook", cap. 10.9, John Wiley & Sons, 2011ISBN978-1-118-20975-2
- ^ Alois Krischke, "Llibre d'antenes de Rothammel", 27.5, DARC Verlag, 2019ISBN9783000624278
- ^ Puja a:un b Rumsey, V.H. "Antenes independents de freqüència", IRE International Convention Record, Vol. 5, Part 1, pp.114-118, 1957
- ^ Mushlake, Y. (març de 1949). "Origen de l'estructura autocomplaent i descobriment de la seva propietat d'impedància constant". El Diari de l'Institut d'Enginyers Elèctrics del Japó (en japonès). 69(3): 88.
- ^ Hohlfeld R, Cohen N (1999). "L'autosemblança i els requisits geomètrics per a la independència de freqüències en antenes". Fractals. 7(1): 79-84. DOI:10.1142/S0218348X99000098.
- ^ US 7256751, Cohen, Nathan, "Antenes fractals i ressonadors fractals", publicat el 14-08-2007
- ^ Patent dels EUA 8.253.639
- ^ Cohen, N. (2012). "Mantell d'invisibilitat d'alta fidelitat de banda ampla de mida corporal". Fractals. 20(3n04): 227-232. Bibcode:2012Fract.. 20..227C. DOI:10.1142/s0218348x1250020x.
- ^ Lancaster, M.; Hong, Jia-Sheng (2001). Filtres Microstrip per a aplicacions de RF / microones. Nova York: Wiley. 410-411. ISBN978-0-471-38877-7.
- ^ Pourahmadazar, J.; Ghobadi, C.; Nourinia, J.; Shirzad, H. (2010). "Antenes de monopoli fractal d'anell mutiband per a dispositius mòbils". Antenes IEEE i cartes de propagació sense fils. 9: 863-866. Bibcode:2010IAWPL...9..863P. DOI:10.1109/LAWP.2010.2071372. 19689050 S2CID.
- ^ Pourahmadazar, J.; Ghobadi, C.; Nourinia, J. (2011). "Noves antenes de monopoli fractal de pitàgores modificades per a aplicacions UWB". Antenes IEEE i cartes de propagació sense fils. 10: 484-487. Bibcode:2011IAWPL..10..484P. DOI:10.1109/LAWP.2011.2154354. 31823278 S2CID.

Enllaços externs

Com fer una antena fractal per a HDTV o DTV

Antena fractal d'arbre H alimentada amb CPW per a aplicacions WLAN, WIMAX, RFID, C-band, HiperLAN i UWB

Vídeo d'un monopoli d'antena fractal amb metamaterials fractals