

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00082

(22) Data de depozit: 18/02/2020

(41) Data publicării cererii:  
28/08/2020 BOPI nr. 8/2020

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN  
CLUJ-NAPOCA, STR.MEMORANDUMULUI  
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;  
• BITNET CENTRUL DE CERCETĂRI,  
SENZORI&SISTEME S.R.L.(BITNET CCSS),  
STR.MADACH IMRE, NR.6, CLUJ-NAPOCA,  
CJ, RO;  
• CONTROL DATA SYSTEMS S.R.L.,  
STR.GĂRII, NR.21, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:  
• PALADE TUDOR-PETRU,  
STR.PIAȚA CIPARIU, NR.9, BL.1A, AP.13,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

• PASTRAV ANDRA-ELENA-IULIA,  
ALEEA CIOPLEA, NR.10, BL.S12, SC.II,  
ET.I, AP.14, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;  
• PUȘCHIȚĂ EMANUEL-DUMITRU,  
STR.NIRAJULUI, NR.3, BL.P2, SC.II, AP.11,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;  
• DOLEA PAUL, STR.RAȚIU IOAN, NR.4,  
AP.4, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;  
• CRISTEA OCTAVIAN, STR.MADACH,  
NR.6, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;  
• DASCĂL PAUL VLĂDUȚ,  
STR.NICOLAE PASCALY, NR.7, BL.S3,  
SC.I, ET.I, AP.7, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;  
• RAȚIU OVIDIU, STR.DIACONU CORESI,  
NR.4, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) SISTEM RADIANT COMPACT CU DIAGRAMĂ DE RADIAȚIE  
OMNIDIRECȚIONAL DEFORMABILĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem radiant compact, cu diagramă de radiație omnidirecțional deformabilă. Sistemul radiant, conform invenției, cuprinde un bloc de însumare/divizare 1:16 (2), un bloc de comutare/defazare (3), constituit din celule de comutare/defazare (10), și un bloc de elemente radiante (4), alimentarea sistemului sau culegerea semnalului recepționat fiind realizată printr-un conector coaxial (5), blocul de elemente radiante (4) cuprinzând opt antene panou (6) identice, ale căror panouri reflectoare (7) formează o structură de prismă octogonală regulată (8), având laturile octogonului egale cu  $1,25\lambda$  și înălțimea egală cu  $\lambda$ , fiecare antenă panou (6) având câte două elemente radiante (9) de tip dipol deschis în  $\lambda/2$ , amplasate vertical la distanța  $\lambda/2$  unul față de celălalt.

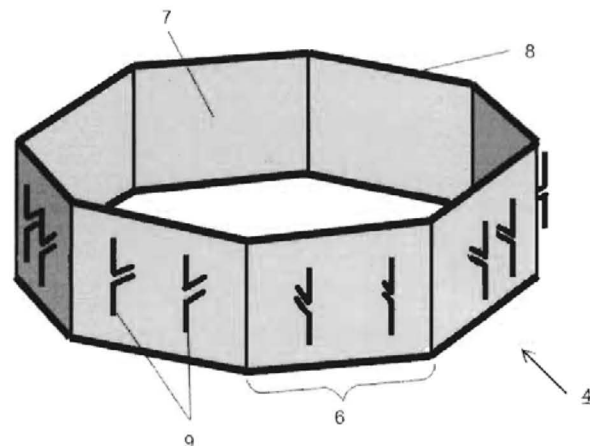


Fig. 2

Revendicări: 5  
Figuri: 11

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



## Sistem radiant compact cu diagramă de radiație omnidirecțional deformabilă

Sistemul radiant descris mai jos poate fi utilizat în următoarele domenii: transmisii de date pe cale radio; telefonie celulară; radiodifuziune terestră; supravegherea spectrului radio și protecția radiorecepției; detecția radio și determinarea poziției sursei (RADAR). Având în vedere că soluția prezentată este dimensionată în raport cu lungimea de undă, acest sistem radiant poate fi particularizat pentru oricare din frecvențele cuprise în intervalul 1,5GHz-6GHz.

În echipamentele radio actuale, obținerea unei diagrame de radiație cu o formă particulară se realizează prin intermediul unei rețele de antene (minimum două antene). Pentru a modifica direcția de radiație în plan orizontal a lobului principal al unui sistem radiant astfel încât acest lob să poată fi orientat spre diverse direcții, se utilizează trei metode. O primă metodă constă în rotirea antenei în jurul unei axe prin intermediul unui dispozitiv mecanic. Această metodă are ca principal dezavantaj faptul că permite comunicarea radio cu diverse surse de semnal (sau supravegherea lor) doar în intervalul de timp în care antena este orientată spre acea sursă de semnal. O a doua metodă constă în comutarea electronică a unor subansamble ale sistemului radiant, așa cum este prezentată în U.S. Patent 5243354. Și în cazul acestei metode, principalul dezavantaj constă în faptul că nu se poate realiza o supraveghere simultană a tuturor sectoarelor din jurul antenei. O a treia metodă constă în compunerea fazorială a câmpurilor generate de două sau mai multe antene care formează o așa numită apertură sintetică, așa cum este prezentată în brevetul WO 96/17404. A treia metodă are ca principal dezavantaj faptul că nu poate acoperi cu semnal toate direcțiile din jurul antenei.

Problemele tehnice pe care le rezolvă această invenție constau în:

- (i) asigurarea în mod continuu a capabilității de recepție sau emisie pe orice direcție în plan orizontal, cu posibilitatea favorizării unei (sau mai multor) direcții și
- (ii) modificarea formei diagramei de radiație prin intermediul unor comenzi digitale, generate de dispozitive simple și ieftine care nu necesită sisteme de operare și putere mare de procesare.

În plus, sistemul radiant prezentat poate fi controlat de la distanță, pe cale radio sau terestră, cu dispozitive simple și ieftine.

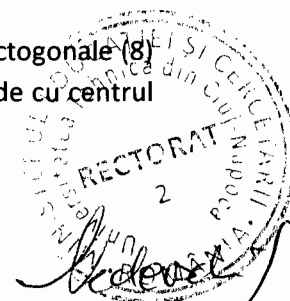
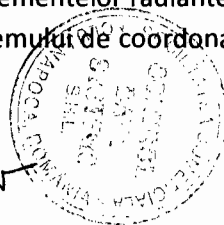
Sistemul radiant propus combină metoda de compunere fazorială a câmpurilor generate de opt antene panou dispuse pe o structură de prismă octogonală regulată cu comutarea electronică a unor subansamble ale sistemului radiant.

Alte avantaje și caracteristici reies mai clar din descrierea următoare care prezintă un exemplu de realizare a invenției, nelimitativ, și ilustrat în desenele anexate.

Figura 1 prezintă arhitectura de ansamblu a sistemului radiant (1), evidențiind cele 3 blocuri funcționale ale invenției: blocul de însumare/divizare 1:16 (2), blocul de comutare/defazare (3) și blocul elementelor radiante (4). Alimentarea sistemului sau culegerea semnalului recepționat se face printr-un conector coaxial cu impedanța de  $50\Omega$  (5).

Așa cum este ilustrat în Figura 2, blocul elementelor radiante (4) cuprinde 8 antene panou identice (6), ale căror panouri reflectoare (7) formează o structură de prismă octogonală regulată (8) având laturile octogonului egale cu  $1.25\lambda$  și înălțimea prisme egală cu  $\lambda$ . Fiecare antenă panou (6) are câte 2 elemente radiante (9). Elementele radiante (9) sunt de tip dipol deschis în  $\lambda/2$ , amplasate vertical la distanța  $\lambda/2$  unul față de celălalt, paralel cu panoul reflector (7) și la distanța  $\lambda/4$  față de acesta.

În Figura 3 sunt indicate pozițiile elementelor radiante și ale muchiilor prisme octogonale (8) în planul  $xOy$ , considerând că originea sistemului de coordonate carteziene  $(xOy)$  coincide cu centrul



de simetrie al antenei. Coordonatele vârfurilor octogonului (A, B, C, D, E, F, G, H), exprimate în lungimi de undă, sunt prezentate în Tabelul 1. Coordonatele elementelor radiante ( $e_{11}, e_{12}, e_{21}, e_{22}, e_{31}, e_{32}, e_{41}, e_{42}, e_{51}, e_{52}, e_{61}, e_{62}, e_{71}, e_{72}, e_{81}, e_{82}$ ), exprimate în lungimi de undă, sunt prezentate în Tabelul 2.

**Tabelul 1:** Coordonatele vârfurilor octogonului în planul orizontal xOy, exprimate în lungimi de undă.

	A	B	C	D	E	F	G	H
$x(\lambda)$	0	1.12	1.62	1.12	0	-1.12	-1.62	-1.12
$y(\lambda)$	1.62	1.12	0	-1.12	-1.62	-1.12	0	1.12

**Tabelul 2:** Coordonatele elementelor radiante, în planul orizontal xOy, exprimate în lungimi de undă.

	$e_{11}$	$e_{12}$	$e_{21}$	$e_{22}$	$e_{31}$	$e_{32}$	$e_{41}$	$e_{42}$	$e_{51}$	$e_{52}$	$e_{61}$	$e_{62}$	$e_{71}$	$e_{72}$	$e_{81}$	$e_{82}$
$x(\lambda)$	0.44	0.90	1.50	1.70	1.70	1.50	0.90	0.44	-0.44	-0.90	-1.50	-1.70	-1.70	-1.50	-0.90	-0.44
$y(\lambda)$	1.70	1.50	0.90	0.44	-0.44	-0.90	-1.50	-1.70	-1.70	-1.50	-0.90	-0.44	0.44	0.90	1.50	1.70

Prin utilizarea tehnologiei microstrip s-a realizat un model de antenă cu structură compactă a cărei diagramă de radiație poate fi modificată prin comenzi digitale, fără nici un fel de intervenție mecanică asupra sistemului radiant. Astfel, sistemul radiant din prezenta invenție poate fi configurat și reconfigurat prin intermediul unor comenzi digitale, în așa fel încât diagrama de radiație să aibă:

- (i) simetrie circulară;
- (ii) un lob principal orientat pe direcția unei muchii laterale a prisme, oricare ar fi acea muchie laterală;
- (iii) un lob principal orientat perpendicular pe una din fețele laterale ale prisme, oricare ar fi acea față laterală;
- (iv) o formă care să favorizeze simultan mai multe direcții.

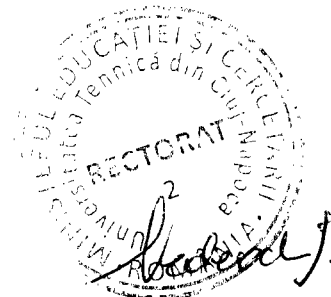
Toate variantele configurate digital sunt reciproce, adică se comportă la fel atât la emisie cât și la recepție. Alimentarea acestor sisteme radiante este făcută dintr-o singură sursă de semnal care este divizată în mod egal spre cele 16 elemente radiante (9).

Schema de principiu a sistemului radiant (1) este prezentată în Fig.4, în care sunt evidențiate cele 3 blocuri funcționale: blocul de însumare/divizare 1:16 (2), blocul de comutare/defazare (3) și blocul elementelor radiante (4).

Pentru obținerea unei diagrame de radiație cu simetrie circulară, cele 16 elemente radiante (9) trebuie să fie alimentate în fază. Această condiție este asigurată prin proiectarea liniilor de alimentare și a divizoarelor de putere în așa fel încât lungimile electrice parcurse de semnal, de la punctul de alimentare a antenei și până la oricare din elementele radiante ale antenei, să fie egale. Partajarea semnalului se face prin intermediul unor divizoare Wilkinson realizate în tehnologie microstrip. Toate elementele radiante, divizoarele Wilkinson și liniile de transmisie prezintă o impedanță de  $50\Omega$  la frecvența de lucru. Pentru obținerea unor diagrame de radiație cu una sau mai multe direcții favorizate, elementele radiante (9) vor fi alimentate cu semnale ale căror defazaje sunt controlate prin modificarea lungimii electrice a liniilor de transmisie. Modificarea lungimii electrice a liniilor de transmisie se face prin intermediul blocului de comutare/defazare (3) realizat cu elemente semiconductoare care introduc sau elimină pe anumite căi de semnal tronsoane de linie microstrip, astfel încât să se obțină defazajele necesare. Acest bloc de comutare/defazare (3) este format din 16 celule de comutare/defazare (10). Fiecare celulă de comutare/defazare (10) asigură transferul semnalului de radiofrecvență de la cele 16 ieșiri ale blocului de însumare/divizare (2) către cele 16 elemente radiante (9) sau dinspre elementele radiante (9) către blocul de însumare/divizare (2). Fiecare celulă de comutare/defazare (10) este comandată digital.



*Handwritten signature*



Schema de principiu a unei celule de comutare/defazare (10) este prezentată în Figura 5. Din punct de vedere electric, toate cele 16 celule de comutare/defazare (10) sunt identice. Fiecare celulă (10) conține două circuite de comutare electronică (11). Aceste circuite de comutare (11) funcționează în tandem și sunt comandate digital. În funcție de comanda primită, cele două circuite introduc pe calea de semnal una din cele 7 linii microstrip ( $l_0, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6$ ) cu impedanța caracteristică de  $50\Omega$ . În fiecare celulă de comutare/defazare (10), una din liniile microstrip are lungimea  $l_0$ . Semnalul care parcurge această linie microstrip ( $l_0$ ) este considerat semnal de referință, având faza  $\varphi_0=0$ . Celelalte linii microstrip din aceeași celulă de comutare/defazare (10) au lungimile:  $l_1=l_0+\Delta l_1$ ;  $l_2=l_0+\Delta l_2$ ;  $l_3=l_0+\Delta l_3$ ;  $l_4=l_0+\Delta l_4$ ;  $l_5=l_0+\Delta l_5$ ;  $l_6=l_0+\Delta l_6$ . Lungimile electrice ale acestor linii sunt calculate astfel încât să asigure defazajele necesare pe căile de semnal. Valorile defazajelor introduse de aceste linii și lungimile electrice ale diferențelor de drum  $\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3, \Delta l_4, \Delta l_5$  și  $\Delta l_6$  sunt prezentate în Tabelul 3. O cerință constructivă (pentru ca celula de comutare/defazare (10) să se poată integra practic în structura sistemului radiant (1)) este ca lungimea electrică  $l_0$  să aibă valoarea de cel puțin  $3\lambda_g/2$ , unde  $\lambda_g$  este lungimea de undă în linia microstrip.

**Tabelul 3.** Diferențele de fază ( $\varphi$ ) și diferențele de drum ( $\Delta l$ ) dintr-o celulă de comutare/defazare.

	$\Delta l_1$	$\Delta l_2$	$\Delta l_3$	$\Delta l_4$	$\Delta l_5$	$\Delta l_6$
$\varphi$ (°)	-37.0	-63	-106.5	-168.1	-182	-296
$\Delta l$ ( $\lambda$ )	0.103	0.175	0.296	0.467	0.510	0.820

Funcționalitatea sistemului radiant (1) a fost testată prin intermediul unor simulatoare soft dedicate, obținându-se diagramele de radiație corespunzătoare diferitelor defazaje introduse de blocul de comutare/defazare (3). În Exemplul 1, Exemplul 2 și Exemplul 3 sunt prezentate diagramele de radiație ale întregului sistem radiant, pentru 3 cazuri particulare.

**Exemplul 1:** Toate cele 16 elemente radiante (9) sunt alimentate în fază (toate celulele de comutare/defazare (10) introduc pe linia de transmisie tronsonul cu lungimea  $l_0$ ). În acest caz, diagrama de radiație a sistemului radiant (1) are simetrie circulară, reprezentată în Figura 6 (vedere în perspectivă) și Figura 7 (vedere de sus).

**Exemplul 2:** Sistemul radiant este astfel comandat încât blocul de comutare/defazare (10) să introducă pe calea de semnal linii de transmisie care asigură defazajele din Tabelul 4.

**Tabelul 4.** Valorile defazajelor pentru ca lobul principal să fie orientat către muchia A a prisme octogonale (8).

	$e_{11}; e_{82}$	$e_{12}; e_{81}$	$e_{21}; e_{72}$	$e_{22}, e_{31}, e_{32}, e_{41}, e_{42}, e_{51}, e_{52}, e_{61}, e_{62}, e_{71}$
$\varphi$ (°)	-106.5	-37.0	-168.1	0
$\Delta l$	$\Delta l_3$	$\Delta l_1$	$\Delta l_4$	0

Pentru defazajele din Tabelul 4, diagrama de radiație a sistemului radiant (1) are forma din Figura 8 (vedere de sus, 2D) și Figura 9 (vedere de sus, 3D). Lobul principal este orientat către muchia A a prisme octogonale (8).

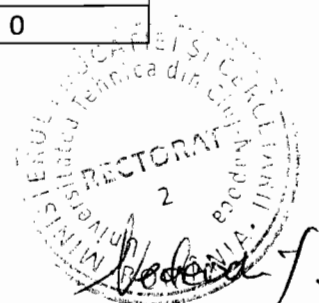
**Exemplul 3:** Sistemul radiant este astfel comandat încât blocul de comutare defazare să introducă pe calea de semnal linii de transmisie care asigură defazajele din Tabelul 5.

**Tabelul 5** Valorile defazajelor pentru ca lobul principal să fie orientat perpendicular pe panoul elementelor  $e_{11}; e_{12}$ .

	$e_{11}; e_{12}$	$e_{21}; e_{82}$	$e_{22}; e_{81}$	$e_{31}, e_{32}, e_{41}, e_{42}, e_{51}, e_{52}, e_{61}, e_{62}, e_{71}, e_{72}$
$\varphi$ (°)	-182	-63	-296	0
$\Delta l$ ( $\lambda$ )	0.510	0.175	0.820	0



Handwritten signatures and initials.





**REVENDICĂRI**

1. Sistemul radiant (1) cu arhitectura conform Figura 1, Figura 2, Figura 3 și dimensionarea conform Tabelul 1, Tabelul 2 și Tabelul 3, **caracterizat prin aceea că are în componență blocul de însumare/divizare 1:16 (2), blocul de comutare/defazare (3) constituit din celule de comutare/defazare (10) și blocul elementelor radiante (4) cu 8 antene panou (6) echipate cu câte 2 elemente radiante fiecare (9).**

2. Sistemul radiant (1) de la Revendicarea 1 **caracterizat prin aceea că asigură o diagramă de radiație omnidirecțională în plan orizontal și permite modificarea diagramei de radiație pe una sau mai multe direcții de propagare prin intermediul unor comenzi digitale.**

3. Blocul de comutare/defazare (3) **caracterizat prin aceea că este format din 16 celule de comutare/defazare (10), fiecare conținând două circuite de comutare electronică (11) ce funcționează în tandem, sunt comandate digital și în funcție de comanda primită, introduc pe calea de semnal una din cele 7 linii microstrip ( $l_0, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6$ ).**

4. Celula de comutare/defazare (10) **caracterizată prin aceea că lungimile celor 7 linii microstrip ( $l_0, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6$ ) sunt determinate în așa fel încât să asigure defazajele  $\varphi_0=0$ ;  $\varphi_1=-37^\circ$ ;  $\varphi_2=-63^\circ$ ;  $\varphi_3=-106.5^\circ$ ;  $\varphi_4=-168.1^\circ$ ;  $\varphi_5=-182^\circ$ ;  $\varphi_6=-296^\circ$ .**

5. Blocul elementelor radiante (4) **caracterizat prin aceea că are o structură de prismă octogonală regulată (8), cu laturile octogonului egale cu  $1.25\lambda$  și înălțimea prisme egală cu  $\lambda$  și este format din 8 antene panou identice (6), echipate cu câte 2 elemente radiante (9) de tip dipol deschis în  $\lambda/2$ , amplasate vertical la distanța  $\lambda/2$  unul față de celălalt, paralel cu panoul reflector (7) și la distanța  $\lambda/4$  față de acesta.**



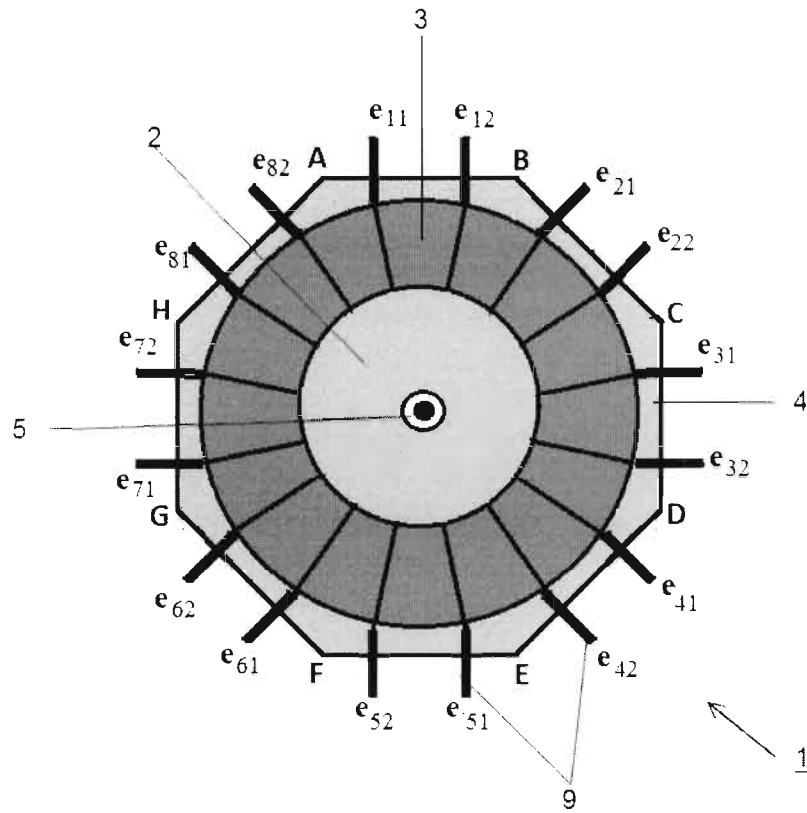


Figura 1. Arhitectura de ansamblu a sistemului radiant.

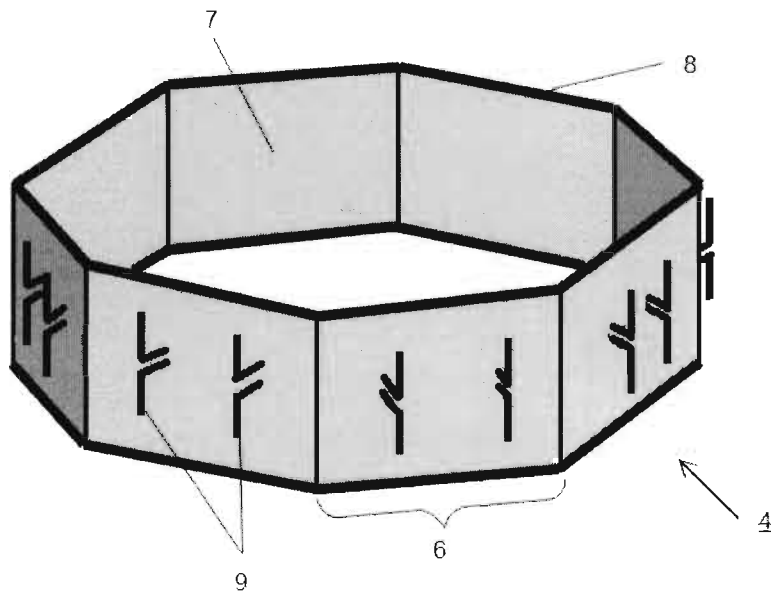


Figura 2. Amplasarea elementelor radiante pe structură de prismă octogonală regulată.



*[Handwritten signature]*



*[Handwritten signature]*



*[Handwritten signature]*

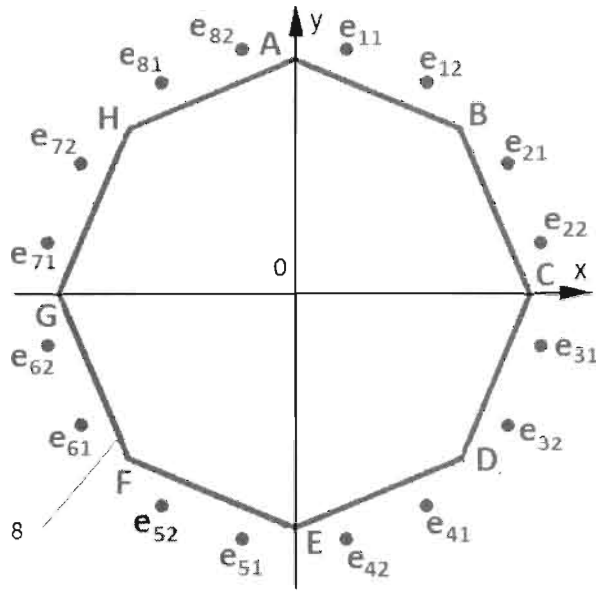


Figura 3. Amplasarea elementelor radiante (in planul xOy).



*[Handwritten signature]*



*[Handwritten signature]*



*[Handwritten signature]*



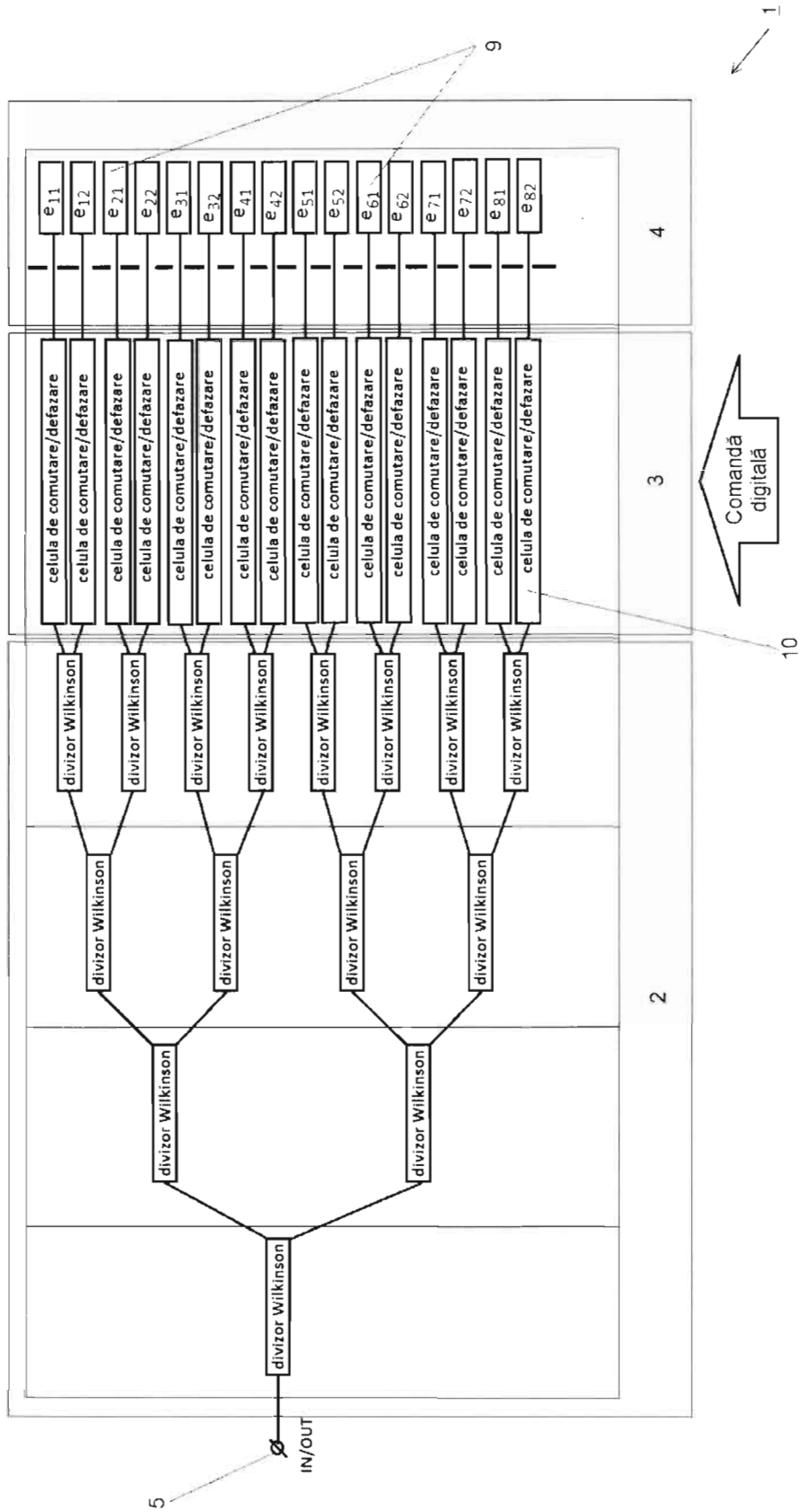


Figura 4. Schema de principiu a sistemului radiant și arhitectura blocului de comutare/defazare.



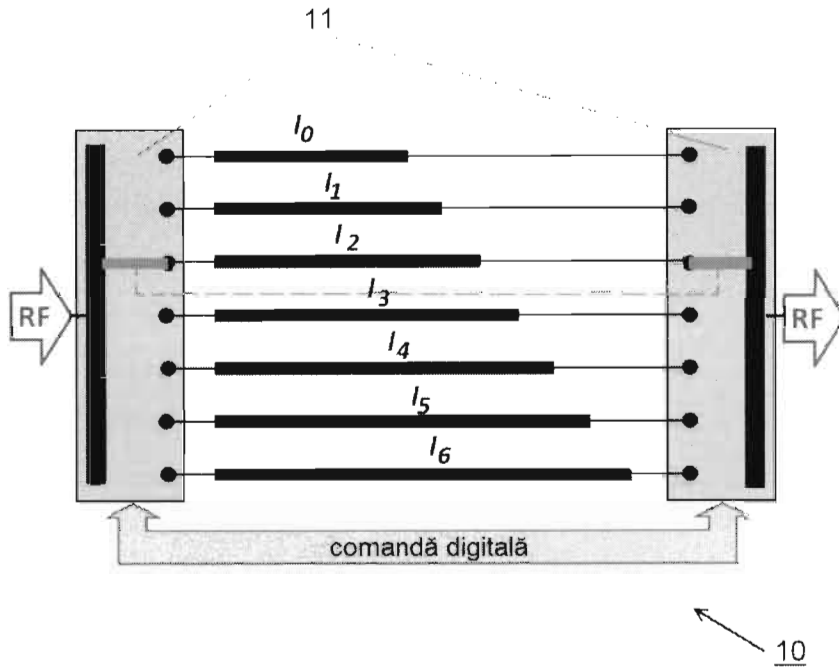


Figura 5. Schema de principiu a unei celule de comutare/defazare.



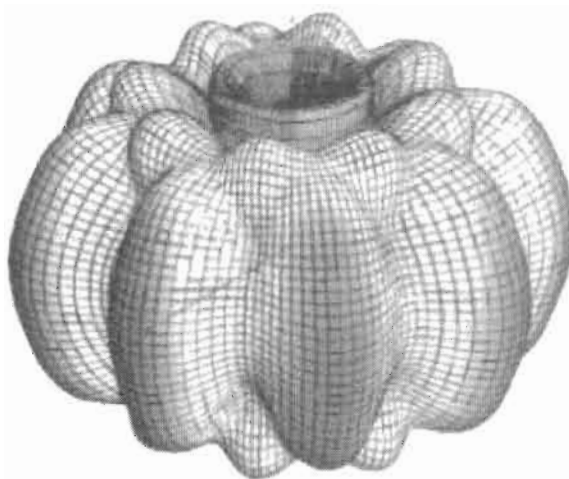


Figura 6. diagrama de radiație cu simetrie circulară – vedere în perspectivă.

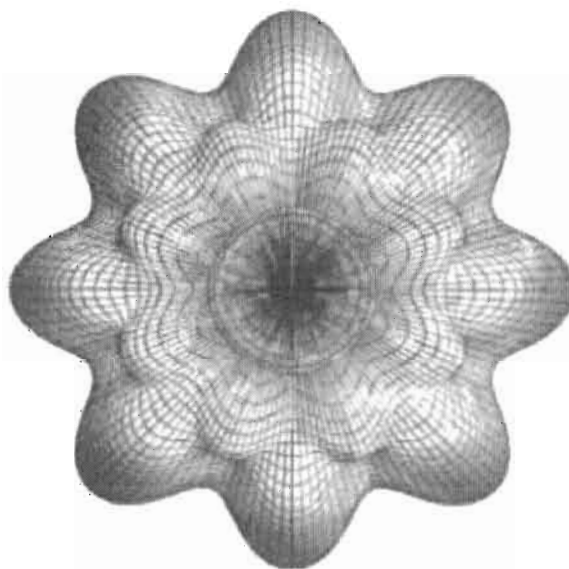
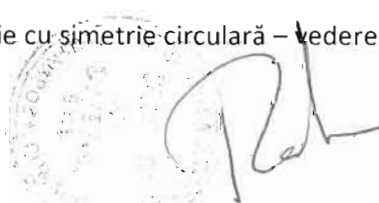


Figura 7. Diagrama de radiație cu simetrie circulară – vedere de sus.



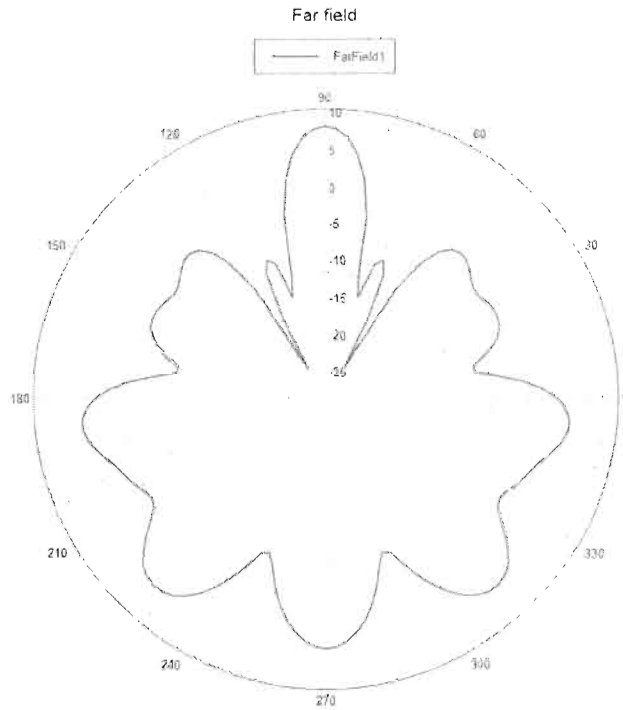


Figura 8. diagrama de radiație a antenei pentru defazajele din Tabelul 4 – vedere de sus, 2D.

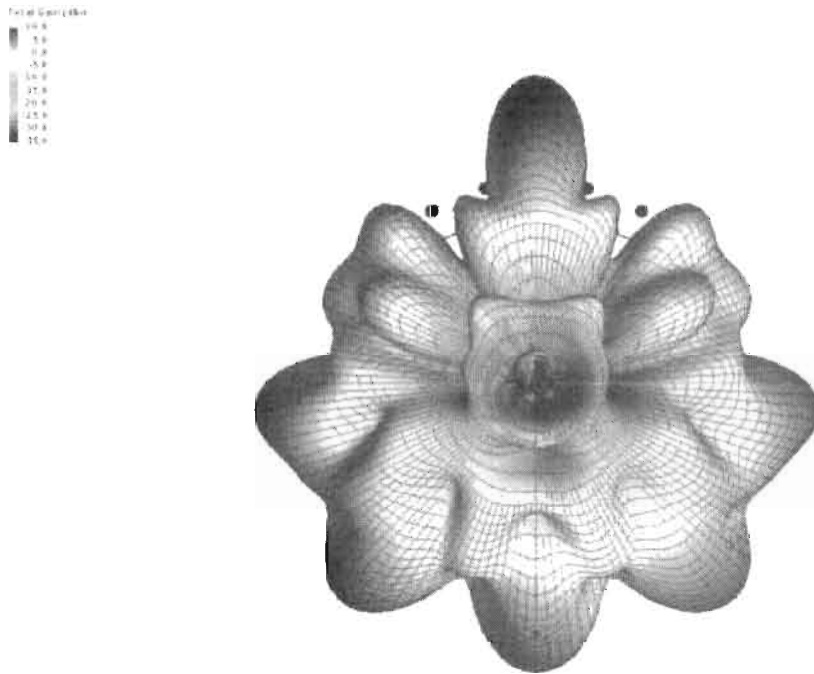


Figura 9. Diagrama de radiație a antenei pentru defazajele din Tabelul 4 – vedere de sus, 3D.



*[Handwritten signature]*



*[Handwritten signature]*



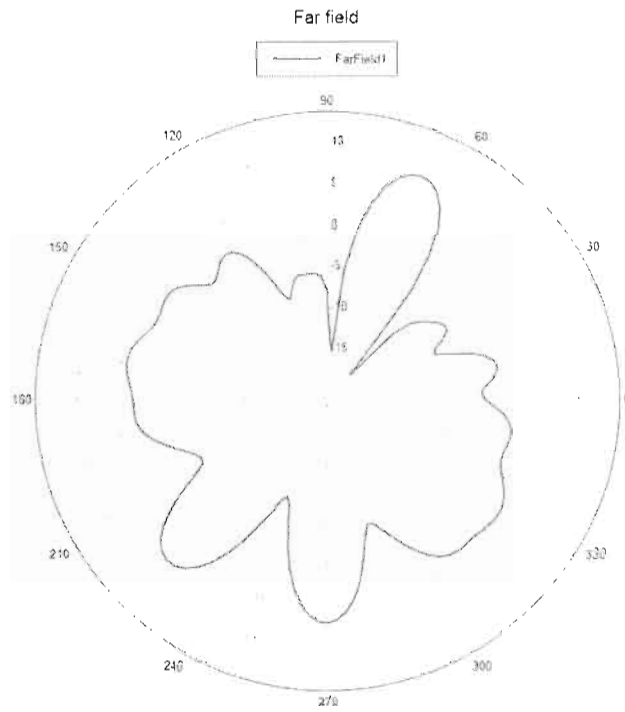


Figura 10. Diagrama de radiație a antenei pentru defazajele din Tabelul 5 – vedere de sus, 2D.

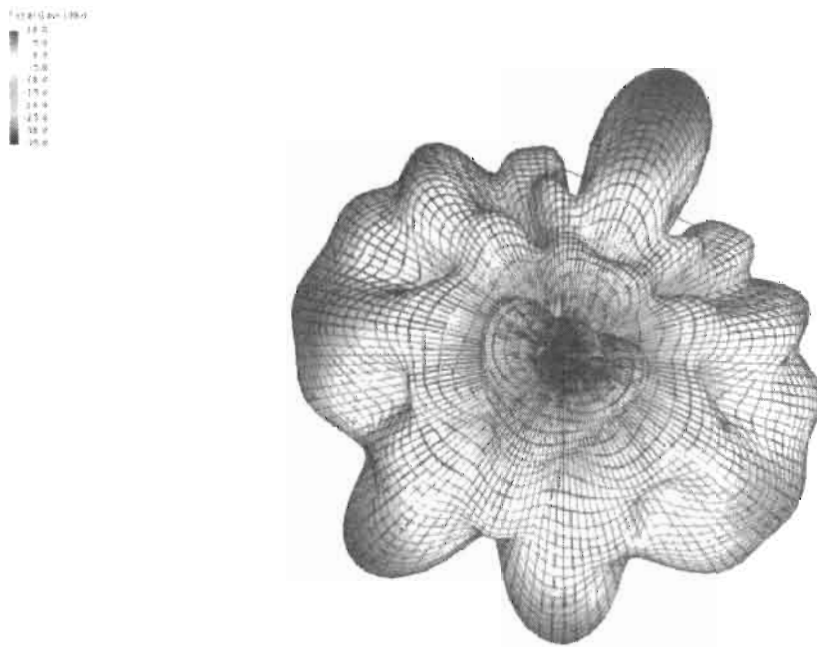


Figura 11. Diagrama de radiație a antenei pentru defazajele din Tabelul 5 – vedere de sus, 3D.

