



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 01073

(22) Data de depozit: 08.11.2010

(41) Data publicării cererii:
29.06.2012 BOPI nr. 6/2012

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
MICROTEHNOLOGIE,
STR.EROU IANCU NICOLAE NR.32B,
VOLUNTARI, IF, RO

(72) Inventatori:
• BUICULESCU VALENTIN,
STR. ARH. ION BERINDEI NR.11, BL.1-2,
SC.C, AP.88, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;

• NECULOIU DAN, STR. CALEA MOȘILOR
NR.256, BL.2, SC.A, AP.3, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;
• MULLER ALEXANDRU,
STR.ȘOS. ȘTEFAN CEL MARE NR.60,
BL.41, SC.2, ET.7, AP.51, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) APARAT PENTRU PRELUCRAREA SEMNALULUI PROVENIT DE LA CARDURI RFID CARE FUNCȚIONEAZĂ PRIN MODULAREA SEMNALULUI RETRĂȘIT

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un aparat pentru prelucrarea semnalului provenit de la carduri RFID (radio- frequency identification), care funcționează prin modularea semnalului retroîmprăștiat. Aparatul conform invenției este constituit dintr-un aparat (1) de interogare ce emite un semnal radio în domeniul frecvențelor înalte sau al microundelor, un element (2) RFID care se identifică prin reemisia semnalului de interogare, după ce îi aplică o modulație specifică, și un aparat (3) de citire, care poate afișa semnalele recepționate din mediul înconjurător, într-o bandă de frecvențe pe care este acordat, identificând cel puțin un anumit element RFID specific, aparat (3) de citire ce poate face corp comun cu aparatul (1) de interogare, iar în vederea identificării elementului (2) RFID, aparatul (3) de citire efectuează prelucrări suplimentare ale semnalului recepționat, în

funcție de caracteristicile impuse aplicației: amplificare, schimbare de frecvență, demodulare, filtrare, decizia recunoașterii.

Revendicări: 4
Figuri: 6

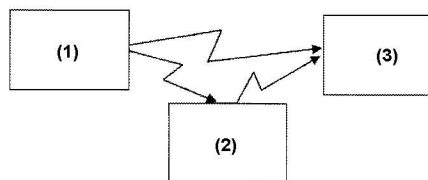


Fig. 1



16

Aparat pentru prelucrarea semnalului provenit de la carduri RFID care funcționează prin modularea semnalului retro-împrăștiat

Descrierea invenției

Invenția se referă la un aparat care prelucrează semnalul de înaltă frecvență existent la ieșirea unei antene de recepție utilizată în sistemele de identificare **RFID (Radio-frequency identification)** a obiectelor prevăzute cu un circuit specific gamei de frecvențe utilizate pentru identificare prin retro-împrăștierea undelor radio (**backscattering**). Aparatul care face obiectul invenției are aplicabilitate în domeniul identificării fizice sau localizării spațiale a obiectelor care au atașat cel puțin un card specific, cu funcționare la frecvențe înalte (RF) sau microunde, până în domeniul undelor milimetrice (zeci de GHz).

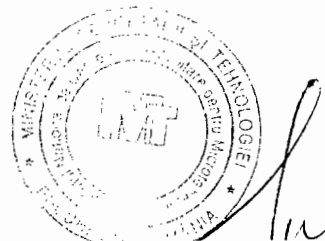
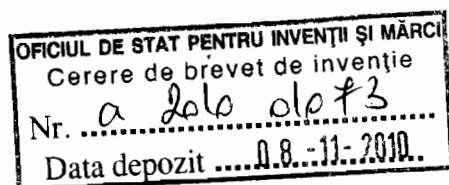
Un sistem de identificare RFID, a cărui structură simplificată este prezentată în **Figura 1** și care funcționează în domeniul frecvențelor înalte sau al microundelor prin retro-împrăștierea unui semnal incident, este constituit de regulă din:

- Un aparat **de interogare** (1), al cărui rol este acela de a emite în spațiul înconjurător un semnal radio în domeniul frecvențelor înalte sau al microundelor.
- Elementul **RFID** (2), care se identifică prin re-emisia semnalului de interogare după ce îi aplică o modulație specifică.
- Un aparat **de citire** (3) care poate afișa semnalele recepționate din mediul înconjurător într-o bandă de frecvențe pe care este acordat, identificând cel puțin un anumit element RFID specific; acest aparat poate să facă corp comun cu aparatul de interogare. De obicei, în vederea identificării elementului RFID, aparatul de citire efectuează prelucrări suplimentare ale semnalului recepționat, în funcție de caracteristicile impuse aplicației: amplificare, schimbare de frecvență, demodulare, filtrare, decizia recunoașterii etc.

În fapt, aceasta este descrierea unui sistem de comunicații radio de mică putere, având structura și modul de funcționare dedicate aplicației de identificare.

Conform schemei bloc din **Figura 2**, sistemul de identificare RFID funcționează astfel:

1. Generatorul de semnal RF/microunde (4) emite în spațiul înconjurător, prin antena de emisie asociată (5), un semnal de frecvență fixă sau variabilă, în funcție de aplicație.
2. Elementul RFID (2) recepționează prin antena RFID (6) semnalul incident provenit de la aparatul de interogare (1) pe care îl modulează - prin reflexie - de către un dispozitivul (7) care poate fi o diodă modulatorie comandată de semnalul de la un generator de funcții (8) sau de către un filtru cu undă acustică de suprafață (SAW - Surface Acoustic Wave) care nu necesită un semnal special de comandă. O parte semnificativă din semnalul modulat este re-emisă în spațiul înconjurător de aceeași antenă RFID (6), prin efectul de retro-împrăștiere.
3. Aparatul de citire (3) primește prin antena de recepție proprie (9) semnalele existente din spațiul înconjurător, prelucrând prin intermediul receptorului (10) toate componentele spectrale corespunzătoare existente în banda de frecvențe analizată, ceea ce permite selecția sau identificarea elementelor RFID prin „amprenta” specifică semnalului re-emis de acestea, în condițiile unui nivel extrem de redus al semnalului recepționat. Din punct de vedere al componenței semnalului, antena de recepție (9) captează atât o parte din semnalul radiat în spațiu de antena de emisie (5) a aparatului de interogare (1) cât și o parte din semnalul re-emis de antena RFID (6), astfel încât spectrul observat pe ecranul unui analizor de spectru folosit în locul receptorului (10) va avea aspectul din **Figura 3**, cu o diferență de amplitudine de mai multe



ordine de mărime între purtătoarea (11) și benzile laterale (12) și (13) care conțin informația de identificare a cardului RFID.

Este cunoscută o soluție tipică, prezentată în **Figura 4**, de receptor superheterodină pentru aparatul de citire, care utilizează cel puțin o schimbare de frecvență a semnalului de la intrare înaintea demodulării sau detecției necesară obținerii semnalului de joasă frecvență ce conține informația de recunoaștere a cardului RFID. Acest receptor este constituit din antena de recepție (14), amplificatorul (15), circuitul schimbător de frecvență (16) care convertește frecvența semnalului recepționat de la o valoare mare într-un semnal a cărui frecvență este mult redusă (frecvență intermediară). Conversia de frecvență are loc în prezența semnalului provenind de la oscilatorul local (17) care poate fi stabilizat de un oscilator de referință cu cuarț. Semnalul de frecvență intermediară este amplificat de amplificatorul de frecvență intermediară (18) după care este prelucrat de circuitul demodulator/detector (19) care are rolul de a extrage informația conținută în benzile laterale (12) și/sau (13), în vederea prelucrării într-un filtru de selecție (de tip trece-bandă) adecvat (20).

Distanța maximă la care poate fi identificat elementul RFID este determinată de raportul semnal/zgomot la ieșirea receptorului (10) și acest parametru poate fi îmbunătățit, de regulă, prin reducerea benzii de trecere a acestuia, deoarece puterea maximă a emițătorului este limitată de reglementările radio aplicabile benzii de frecvență în care funcționează sistemul. În cazul receptorului superheterodină, este necesar ca banda filtrului de selecție (20) să fie cât mai îngustă, dar în strânsă corelație cu eroarea relativă și/sau stabilitatea în frecvență a oscilatoarelor încorporate în aparatele de interogare și de citire. De exemplu, în cazul sistemului de recepție tip superheterodină, dacă se consideră o eroare relativă a oscilatorului de referință din sistemul de recepție de maxim ± 10 ppm (părți per milion) față de oscilatorul de referință utilizat în aparatul de interogare și o frecvență a purtătoarei de 5GHz, atunci eroarea de frecvență a purtătoarei semnalului demodulat este de ± 50 kHz, ceea ce impune ca banda minimă a circuitului de prelucrare a semnalului demodulat să fie cel puțin 100 kHz, valoare la care trebuie să se adauge și banda efectivă a semnalului modulator.

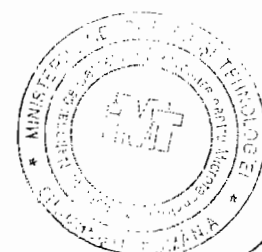
Rezultă că dezavantajul acestei soluții constă în dependența impusă dintre banda receptorului, care trebuie să fie cât mai îngustă din cauza necesității de a menține raportul semnal/zgomot ridicat în condiția unui nivel de multe ori extrem de scăzut la intrarea în receptorul superheterodină și eroarea reală de frecvență după demodulare care este direct proporțională cu erorile oscilatoarelor de referință ale aparatului de interogare și aparatului de citire, ceea ce obligă la utilizarea unei benzi de frecvență (mult) mai largă decât ar fi necesar. De asemenea, prețul unui astfel de echipament este mare din cauza complexității oscilatorului local acordabil și cu stabilitate ridicată a frecvenței generate.

Problemele tehnice pe care le rezolvă invenția constau în:

- sensibilitatea mare a sistemelor actuale la eroarea relativă și/sau stabilitatea în frecvență cumulată a aparatelor de interogare și de citire din sistemele de identificare tip RFID;
- limitarea distanței de citire/identificare a cardurilor RFID din cauza raportului semnal/zgomot dependent de banda minimă de prelucrare impusă de erorile de frecvență;
- structura complicată a aparatului de citire din cauza oscilatorului local acordabil atunci când este necesară funcționarea într-o bandă largă de frecvențe.

Avantajele invenției în raport cu stadiul actual constau în:

- Reducerea importantă a influenței pe care o are eroarea cumulată de frecvență a oscilatoarele de referință utilizate în aparatul de interogare și în aparatul de citire.



08-11-2010

- Creșterea distanței maxime de interogare/răspuns a cardului RFID ca urmare a îmbunătățirii raportul semnal/zgomot la ieșirea aparatului de citire prin filtrare de bandă foarte îngustă, posibilă numai prin efectul reducerii menționate a influenței erorii cumulate de frecvență.
- Simplitatea structurii circuitelor de înaltă frecvență ale aparatului de citire, deoarece acesta nu are nevoie de un oscilator local propriu.
- Flexibilitate în poziționarea spațială a aparatelor de interogare și citire, deoarece nu este necesară o legătură mecanică între ele.

În continuare se dă un exemplu de realizare a invenției privind aparatul pentru prelucrarea semnalului provenit de la carduri RFID care funcționează prin modularea semnalului retro-împrăștiat, conform schemei bloc din **Figura 5** și a schemei electrice din **Figura 6**. Antena de recepție (21) captează atât semnalul emis de aparatul de interogare cât și semnalul re-emis de elementul RFID după modulare, semnalul rezultat din suma celor doua componente fiind amplificat de amplificatorul-limitator (22) al cărui câștig se alege suficient de mare, astfel încât semnalul corespunzător purtătoarei (11) la ieșire să fie limitat la o valoare prestabilită, de câțiva miliwatt, pentru valorile uzuale estimate sau observate ale nivelului acesteia la ieșirea antenei de recepție; amplificarea circuitului (22) poate fi reglabilă, în funcție de cerințele aplicației. Semnalul astfel amplificat și limitat este aplicat la intrarea circuitului demodulator/detector specializat (23) detaliat în **Figura 6**: un filtru trece-sus (25), un filtru trece-jos (26) și demodulatorul/detector (27) cu element neliniar (de exemplu o diodă Schottky) al cărui rol este de a extrage informația de identificare din benzile laterale (12) și/sau (13), în prezența purtătoarei (11). Filtrele (25) și (26) separă între ele, cu pierderi minime, căile semnalelor de înaltă și joasă frecvență prin valorile impedanțelor lor de intrare: filtrul trece-sus (25) permite trecerea semnalelor corespunzătoare purtătoarei și benzilor laterale, de înaltă frecvență, de la amplificatorul-limitator (22) către elementul neliniar (27) unde are loc demodularea/detecția dar blochează trecerea semnalului obținut după demodulare spre amplificatorul-limitator deoarece acest filtru are o impedanță de intrare foarte mare la joasă frecvență. În schimb, filtrul trece-jos (26) permite trecerea numai a semnalului de joasă frecvență obținut după demodulare de la elementul neliniar către filtrul de selecție (24) dar blochează trecerea către filtrul de selecție a semnalului de înaltă frecvență deoarece prezintă o impedanță de intrare foarte mare pentru acest semnal.

În cazul utilizării sistemului propus, eroarea de frecvență este proporțională numai cu frecvența de modulație, care de regulă este mult mai mică decât frecvența purtătoare a semnalului emis de unitatea de interogare. De exemplu, dacă frecvența semnalului modulator este 5 MHz, atunci eroarea de frecvență după demodulare devine ± 50 Hz pentru aceeași eroare relativă a oscilatorului de referință din sistemul de recepție de ± 10 ppm față de oscilatorul de referință utilizat în aparatul de interogare considerată la receptorul superheterodină, deci banda minimă a circuitului de prelucrare a semnalului demodulat poate fi 100 Hz (cu trei ordine de mărime sub valoarea minimă calculată la sistemul de recepție tip superheterodină), la care se adaugă banda semnalului modulator.

Referințe bibliografice

[1] D.M. Dobkin, *The RF in RFID: Passive UHF RFID in Practice*, Elsevier, 2008



Revendicări

1. Aparat pentru prelucrarea semnalului provenit de la un element RFID care funcționează prin retro-împrăștierea semnalului modulat **caracterizat prin aceea că** informația transmisă de cardul RFID este extrasă prin mixarea semnalului retro-împrăștiat după procesul de modulare (în consecință are cel puțin două benzi laterale) cu purtătoarea emisă de aparatul de interogare (aceasta are amplitudinea cu câteva ordine de mărime mai mare decât amplitudinea semnalului retro-împrăștiat) folosind un dispozitiv neliniar (de exemplu o diodă Schottky) plasat într-o structură compusă din cel puțin două filtre care asigură separarea eficientă a semnalelor de înaltă frecvență, modulat, și semnalul obținut după demodulare, pentru ca acesta din urmă să fie transmis către filtrul de bandă îngustă care îmbunătățește raportul semnal/zgomot înaintea deciziei de recunoaștere a elementului RFID.
2. Aparat pentru prelucrarea semnalului provenit de la un element RFID care funcționează prin retro-împrăștierea semnalului modulat, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** nu există o legătură directă de tip mecanic între aparatul de interogare și aparatul de citire ci doar un cuplaj electromagnetic prin faptul că aparatul de interogare radiază semnalul de înaltă frecvență în mediul înconjurător, ceea ce constituie un avantaj privind flexibilitatea amplasării în spațiu a celor două aparate.
3. Aparat pentru prelucrarea semnalului provenit de la un element RFID care funcționează prin retro-împrăștierea semnalului modulat, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** este realizat conform schemei bloc din **Figura 5**, și are o antenă de recepție care transmite către amplificatorul-limitator atât semnalul re-emis de cardul RFID cât și semnalul recepționat de la aparatul de interogare prin efect de proximitate, amplificatorul-limitator având un câștig ridicat necesar limitării purtătoarei la o valoare prestabilită din proiectare, un demodulator/detector specializat și un filtru de selecție de tip trece-bandă cu banda de trecere suficient de îngustă încât raportul semnal/zgomot să fie optim pentru identificarea cardului RFID la distanța impusă, în timp ce semnalul demodulat este menținut în interiorul benzii de trecere pentru toleranța de frecvență cunoscută a semnalului modulator.
4. Aparat pentru prelucrarea semnalului provenit de la un element RFID care funcționează prin retro-împrăștierea semnalului modulat, conform revendicării 3, **caracterizat prin aceea că** semnalul total de la ieșirea amplificatorului-limitator este aplicat unui dispozitiv neliniar prin intermediul filtrului de separație prezentat în **Figura 6** care este compus dintr-o secțiune trece-sus și o secțiune trece-jos pentru separarea optimă a componentelor de frecvență foarte înaltă provenite de la ieșirea amplificatorului-limitator de semnalul demodulat/detectat, de joasă frecvență, care este direcționat către un filtru trece-bandă cu banda de trecere foarte îngustă pentru îmbunătățirea raportului semnal/zgomot în vederea creșterii probabilității de recunoaștere a cardului RFID la distanțe mai mari. Dispozitivul neliniar are rolul de a extrage informația conținută în benzile laterale ale semnalului recepționat prin procesul de demodulare/detecție care are loc prin prezența purtătoarei și a benzilor laterale la intrarea în aparat.



Desene explicative

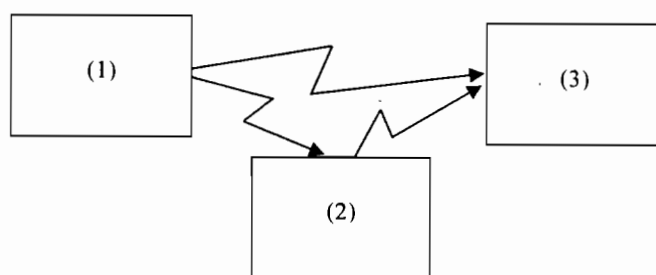


Figura 1. **Structura generală a unui sistem de citire RFID.** (1) – Aparat de interogare; (2) – Element RFID; (3) – Aparat de citire.

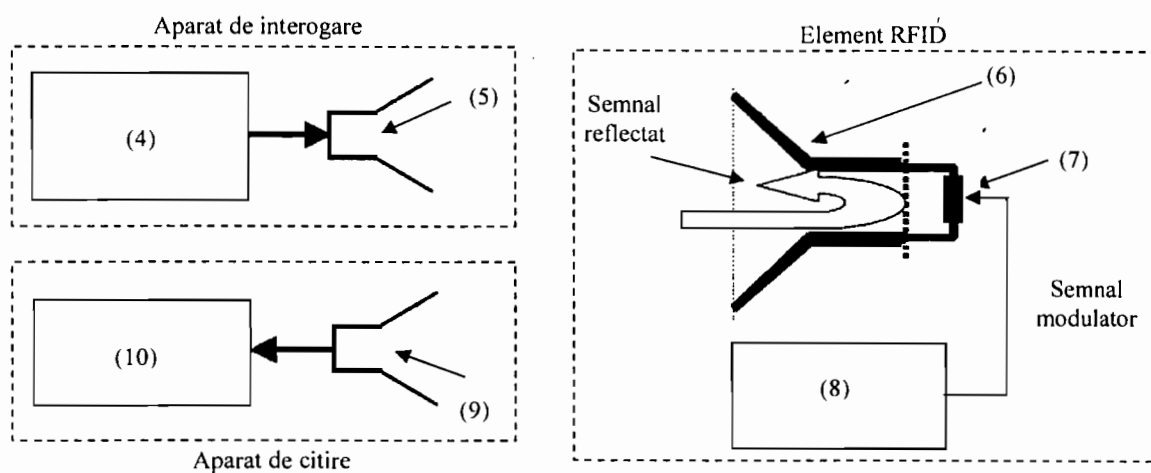
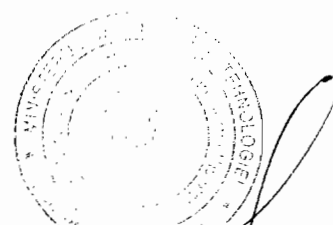


Figura 2. **Schema bloc a unui sistem de citire RFID cu modulație prin retro-împrăștiere.** (4) – Generator de semnal RF/microunde; (5) – Antenă de emisie; (6) – Antenă RFID; (7) – Dispozitiv modulator; (8) – Generator de funcții (element opțional, în funcție de tipul dispozitivului modulator); (9) – Antenă de recepție; (10) – Receptorul aparatului de citire.



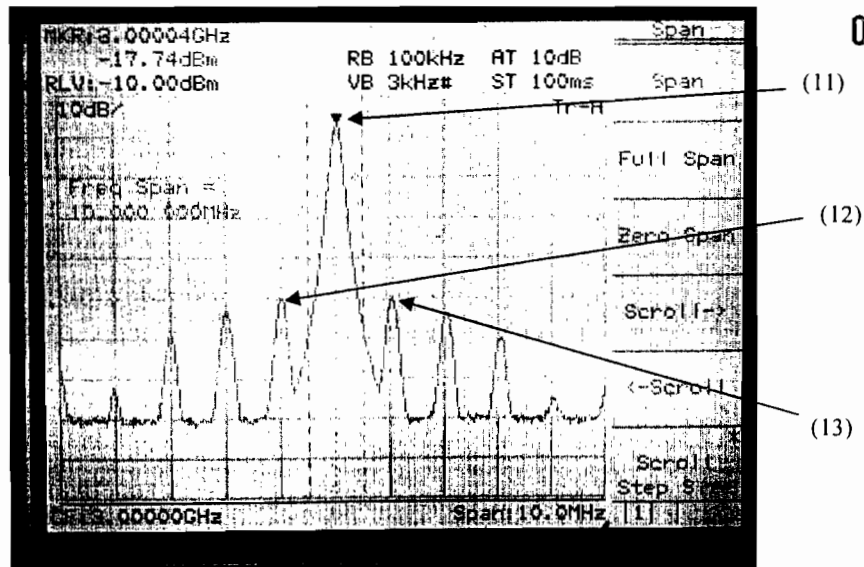


Figura 3. **Spectrul semnalului recepționat.** (11) – Purtătoare provenind de la cuplajul prin efect de proximitate cu aparatul de interogare; (12) – Bandă laterală inferioară; (13) – Bandă laterală superioară.
Notă: benzile laterale sunt generate de cardul RFID prin modularea semnalului retro-împrăștiat.

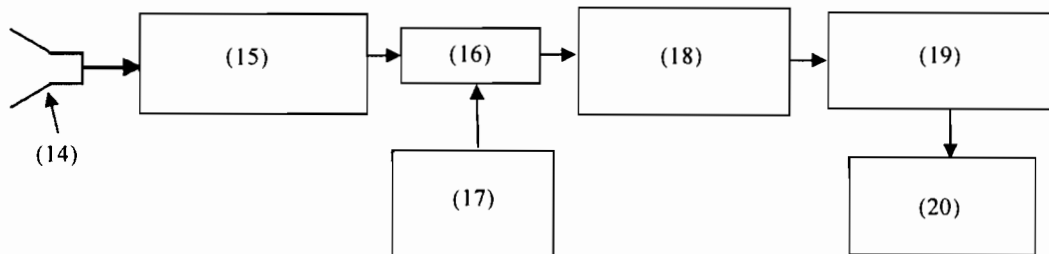


Figura 4. **Schema bloc a unui receptor tip superheterodină pentru prelucrarea semnalului provenit de la carduri RFID care funcționează prin modularea semnalului retro-împrăștiat.** (14) – Antenă de recepție; (15) – Amplificator; (16) – Mixer (circuit schimbător de frecvență); (17) – Oscilator local; (18) – Amplificator de frecvență intermediară; (19) – Demodulator/detector; (20) – Filtru de selecție tip trece-bandă

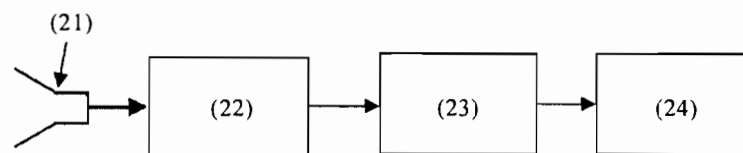


Figura 5 **Schemă bloc de receptor propusă pentru prelucrarea semnalului provenit de la carduri RFID care funcționează prin modularea semnalului retro-împrăștiat.** (21) Antenă de recepție; (22) – Amplificator-limitator; (23) – Demodulator/detector specializat; (24) – Filtru de selecție



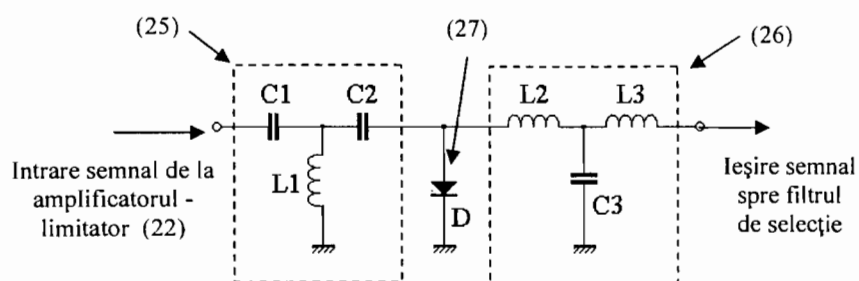


Figura 6 **Exemplu de realizare a demodulatorului/detectorului specializat (23) din Figura 5.**
(25) – Filtru trece-sus; (26) – Filtru trece=jos; (27) – Element neliniar (diodă Schottky)

