

## 6. Descrierea subansamblelor unui sistem RFID tipic

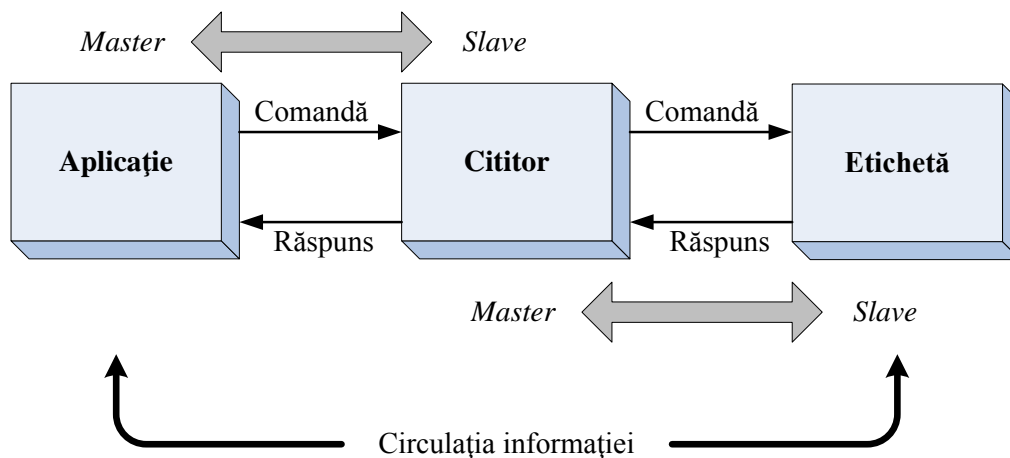
Exemplele prezentate în capitolul 5 evidențiază multitudinea aplicațiilor în care tehnologia RFID și-a pus amprenta, permițând astfel creșterea numărului și a calității serviciilor oferite în diverse domenii de activitate, a productivității proceselor de producție, precum și îmbunătățirea calității vieții.

Indiferent însă de tipul aplicației avut în vedere, utilizarea tehnologiei de recunoaștere prin unde radio presupune cunoașterea subansamblelor din care este alcătuit un sistem RFID tipic precum și a modului în care acestea interacționează.

### 6.1 Circulația datelor într-o aplicație RFID

O aplicație software proiectată să permită citirea informației de la un purtător de date fără contact (o etichetă, de exemplu) sau scrierea informației într-un alt purtător de date necesită utilizarea unui cititor de date fără contact, ca interfață. Din punctul de vedere al aplicației, accesarea unui purtător de date trebuie să fie o procedură cât mai transparentă, adică operațiile de scriere/citire trebuie să difere cât mai puțin posibil de cele întâlnite, de exemplu, în cazul cartelelor inteligente cu contact sau a EEPROM-urilor seriale.

Operațiile de citire/scriere întâlnite în cazul unui purtător de date fără contact sunt realizate pe principiul *master-slave*, așa cum este indicat în figura 6.1.



**Figura 6.1** Principiul *master-slave* între aplicația software, cititor și etichetă

Aceasta înseamnă faptul că toate activitățile cititorului și ale etichetei sunt inițiate de aplicația software. Într-o reprezentare ierarhică a sistemului RFID aplicația joacă rolul de *master*, iar cititorul, rol de *slave*, el fiind activat la primirea unei comenzi tip scriere/citire de la aplicație.

Pentru execuția unei comenzi primite de la aplicația software, cititorul inițiază mai întâi o comunicație cu eticheta. În această procedură cititorul joacă rolul de *master* în raport cu eticheta. Rolul etichetei este prin urmare numai de a răspunde comenzilor primite de la cititor, deci de *slave*.

Funcțiile principale ale unui cititor sunt:

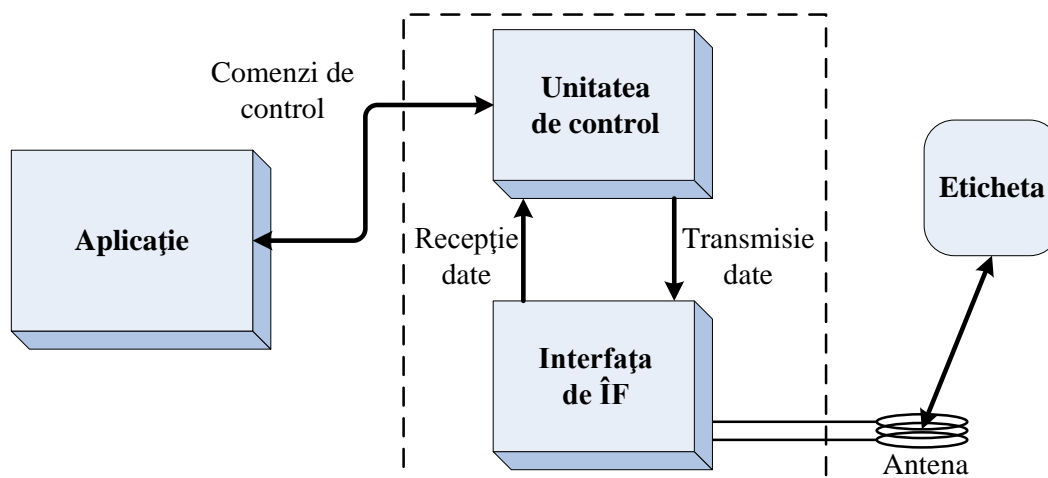
- de a activa purtătorul de date (eticheta);
- de a organiza comunicația cu eticheta;
- de a transfera informația între aplicația software și etichetă.

Trebuie subliniat faptul că toate particularitățile unei comunicații fără contact, cum ar fi realizarea legăturii, a procedurii de autentificare, etc. sunt gestionate numai de cititor.

## 6.2 Componentele unui cititor RFID

Cititoarelor utilizate curent în sistemele RFID pot fi diferențiate în funcție de modul de cuplaj cu eticheta (inductiv, electromagnetic), a tipului de protocol utilizat în comunicație (FDX, HDX sau SEQ), a procedurii de transmisie a datelor de la etichetă spre cititor, a domeniului de frecvență utilizat, etc. În ciuda acestei diversități, funcționarea cititoarelor respectă aceleași principii de bază.

Structura unui cititor RFID poate fi redusă la două blocuri funcționale importante: unitatea de control și interfața de înaltă frecvență, ca în figura 6.2. La rândul ei, această interfață se compune dintr-un emițător și un receptor.



**Figura 6.2** Schema bloc a unui cititor RFID tipic

Întregul sistem RFID din figura 6.2 poate fi controlat de o aplicație externă prin intermediul căreia cititorului îi sunt transmise diverse comenzi de control.

Interfața de înaltă frecvență are următoarele roluri:

- generează semnalul de înaltă frecvență care activează și alimentează eticheta;
- modulează semnalul de înaltă frecvență generat în vederea transmiterii informației către etichetă;

- recepționează și demodulează semnalul de ÎF (răspunsul) primit de la etichetă.

Interfața ÎF conține două căi separate de comunicație cu eticheta, corespunzătoare sensului de circulație al datelor spre/de la etichetă.

Unitatea de control a cititorului RFID îndeplinește următoarele sarcini:

- comunică cu aplicația software și execută instrucțiunile primite de la aplicație;
- execută controlul comunicației cu eticheta, pe principiul *master-slave*;
- codează și decodează semnalul.

În cazul sistemelor avansate unitatea de control mai poate avea următoarele funcții suplimentare:

- execuția unui algoritm de evitare a coliziunilor;
- criptarea și decriptarea informației vehiculate între cititor și etichetă;
- verificarea autenticității între etichetă și cititor.

Pentru realizarea acestor funcții complexe unitatea de control este echipată de regulă cu un microprocesor. Ea poate conține, suplimentar, circuite integrate specializate care efectuează codarea/decodarea semnalului precum și procedurile legate de criptare/decriptare, pentru a degreva microprocesorul de aceste sarcini.

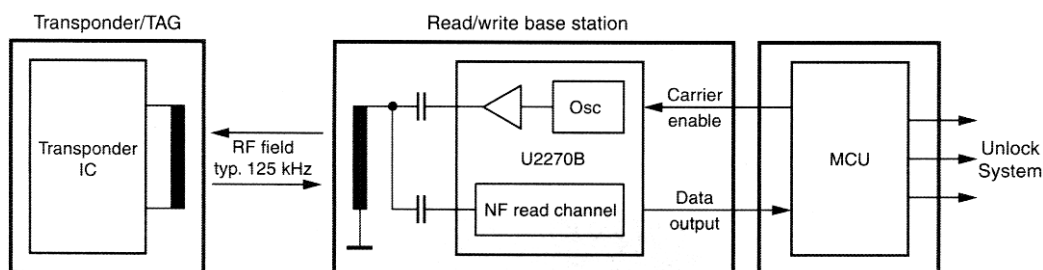
Schimbul datelor între aplicația software ce rulează pe un calculator și unitatea de control a cititorului RFID este efectuat prin intermediul unei interfețe RS232 sau RS485.

### **6.3 Exemplu de configurație a unui cititor RFID**

Multe aplicații care utilizează sisteme de identificare fără contact necesită câteva cititoare la un număr ridicat de etichete. Această situație poate fi întâlnită, de exemplu, în cadrul sistemului de transport public de călători. În fiecare autovehicul

sunt instalate câteva cititoare folosite zilnic de sute de cătători pentru validarea tichetului individual (cartelă inteligentă fără contact) de călătorie. Aceeași situație este întâlnită în aplicații cum ar fi identificarea animalelor sau a containerelor, unde există o discrepanță majoră între numărul etichetelor întâlnite și numărul cititoarelor utilizate. Din această cauză cititoarele sunt fabricate în loturi reduse conținând câteva mii de cititoare.

Pe de altă parte, sistemele de imobilizare electronică necesită un număr mare de cititoare. În ultimii 15 ani aproape fiecare mașină a fost echipată cu un astfel de sistem, lucru care a condus la o creștere deosebită a numărului de cititoare necesare. Reducerea prețului de cost și tendința miniaturizării componentelor prin integrarea unui număr redus de module funcționale și-au pus amprenta și asupra cititoarelor RFID. O configurație tipică de cititor conține partea analogică integrată pe o pastilă din siliciu. În acest fel, numărul componentelor externe necesare este foarte mic. Din această categorie face parte cititorul RFID integrat IC U2270B, produs de ATMEL<sup>®</sup> și utilizat ca interfață de ÎF integrată în cadrul sistemelor de identificare fără contact și a sistemelor de imobilizare electronică.



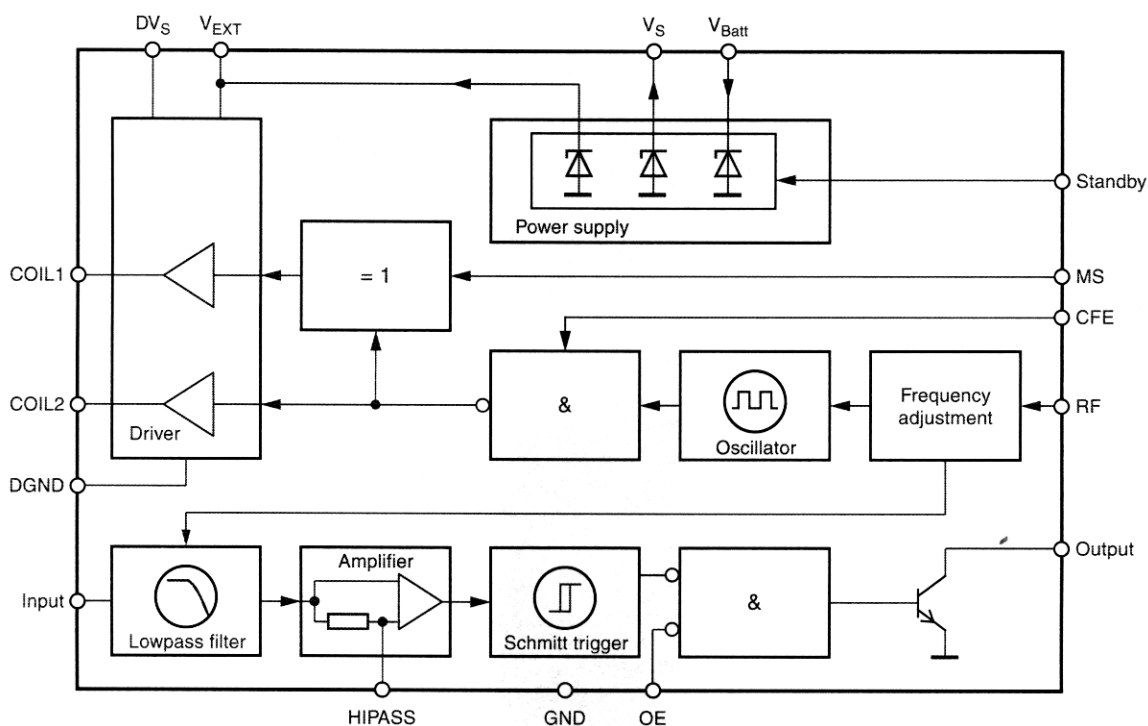
**Figura 6.3** Schema tipică de interconectare a CI U2270B

Acest circuit integrat conține următoarele module: sursa de alimentare integrată, un oscilator, un etaj driver care alimentează antena cu câmp electromagnetic de RF precum și o serie de circuite pe lanțul de procesare de

semnal necesare pentru conversia analog-digitală. Unitatea de control pentru comanda circuitului este realizată cu un microprocesor extern.

Schema tipică de utilizare a U2270B este prezentată în figura 6.3 iar schema sa bloc în figura 6.4.

După cum se observă în figura 6.4 blocul de emisie este alcătuit din oscilatorul intern și din etajul driver pentru antena externă. Partea de recepție este compusă dintr-un filtru tip trece-jos de ordin patru, un amplificator diferențial și un trigger Schmitt.



**Figura 6.4** Schema bloc a CI U2270B

## 6.4 Etichete RFID

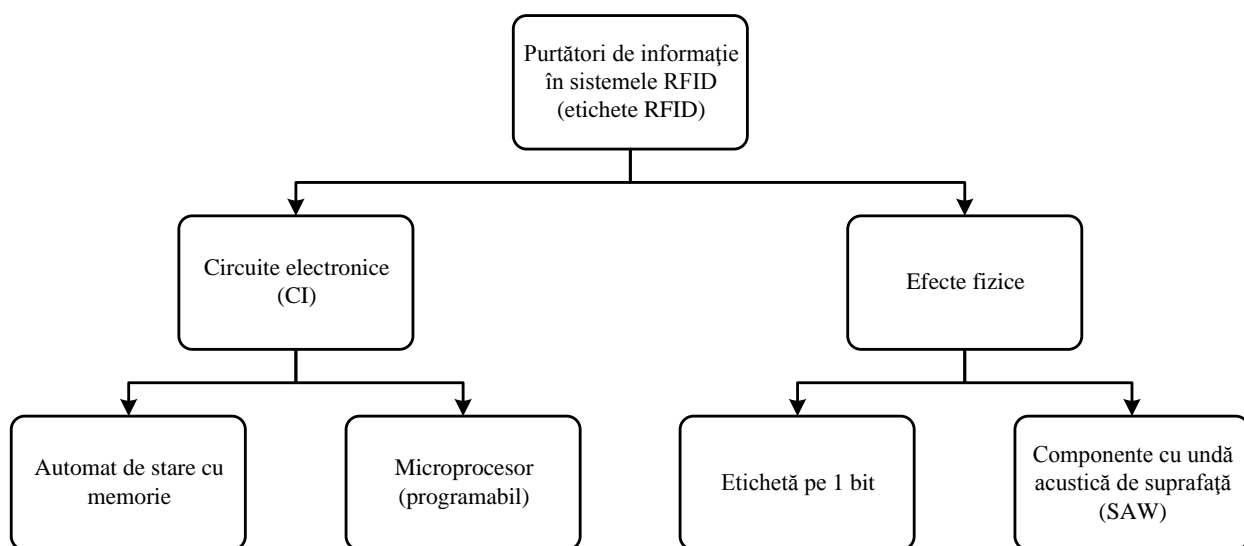
Etichetele folosite în tehnologia RFID pot fi clasificate în etichete electronice (sau purtător electronic de date), care conțin un microcip, precum și etichete a căror funcționare se bazează pe exploatarea unor efecte fizice, cum ar fi, de exemplu,

etichetele pe 1 bit sau componentele cu undă acustică de suprafață. În cele ce urmează va fi tratat cazul etichetelor din prima categorie.

La rândul lor, etichetele RFID electronice pot fi clasificate în etichete cu funcție (unică) de memorare, respectiv etichete care încorporează și un microprocesor programabil (figura 6.5).

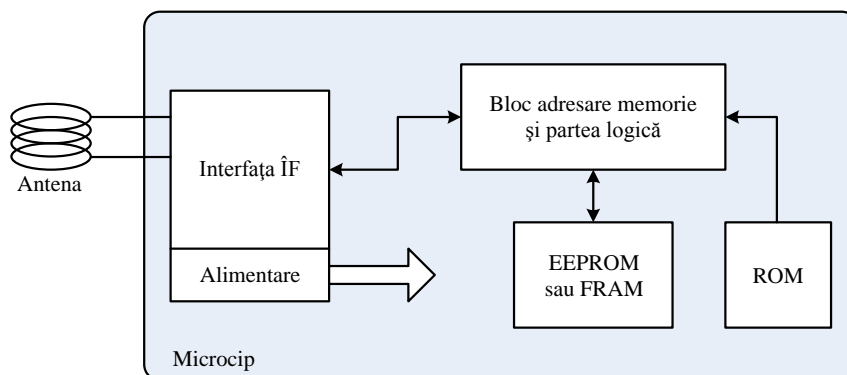
#### **6.4.1 Etichete RFID cu funcție de memorare**

În aplicațiile curente pot fi întâlnite etichete cu funcție de memorare foarte variate, plecând de la configurații simple cum ar fi eticheta de tip „numai citire” și ajungând la structuri avansate, cu funcții de criptare a datelor.



**Figura 6.5** Clasificarea etichetelor RFID

Etichete cu funcție de memorare sunt compuse dintr-o memorie tip RAM, ROM, EEPROM sau FRAM și o interfață de înaltă frecvență cu rolul de a permite comunicația cu cititorul RFID și, în cazul etichetelor pasive, de a asigura energia necesară funcționării etichetei (figura 6.6).



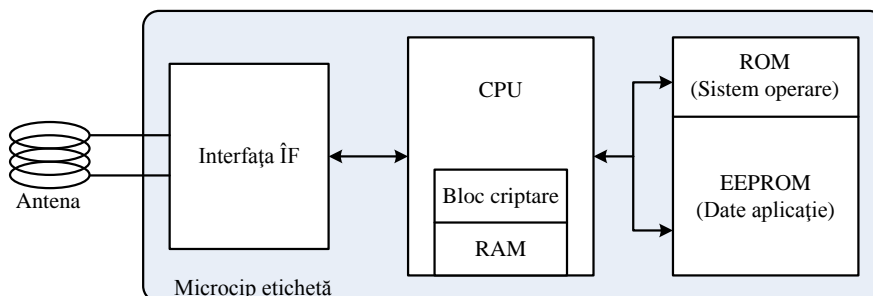
**Figura 6.6** Schema bloc a unei etichete RFID cu funcție de memorare

Caracteristica principală a acestei familii de etichete este aceea că ea înglobează adresarea memoriei și partea digitală de securizare a datelor într-un unic cip folosind un automat de stare.

#### 6.4.2 Etichete RFID cu microprocesor (programabil)

Ca parte a cartelelor inteligente fără contact, etichete cu microprocesor au devenit extrem de populare în cadrul aplicațiilor actuale care folosesc tehnologia RFID.

Elementul principal al unei asemenea etichete îl constituie microprocesorul (8051 sau 6805, de exemplu). Suplimentar, anumiți producători de etichete RFID cu microprocesor oferă, în același microcip, și un co-procesor folosit exclusiv pentru procesarea algoritmilor utilizați în procedura de autentificare sau de criptare, în scopul creșterii vitezei de calcul (figura 6.7).



**Figura 6.7** Schema bloc a unei etichete RFID cu microprocesor



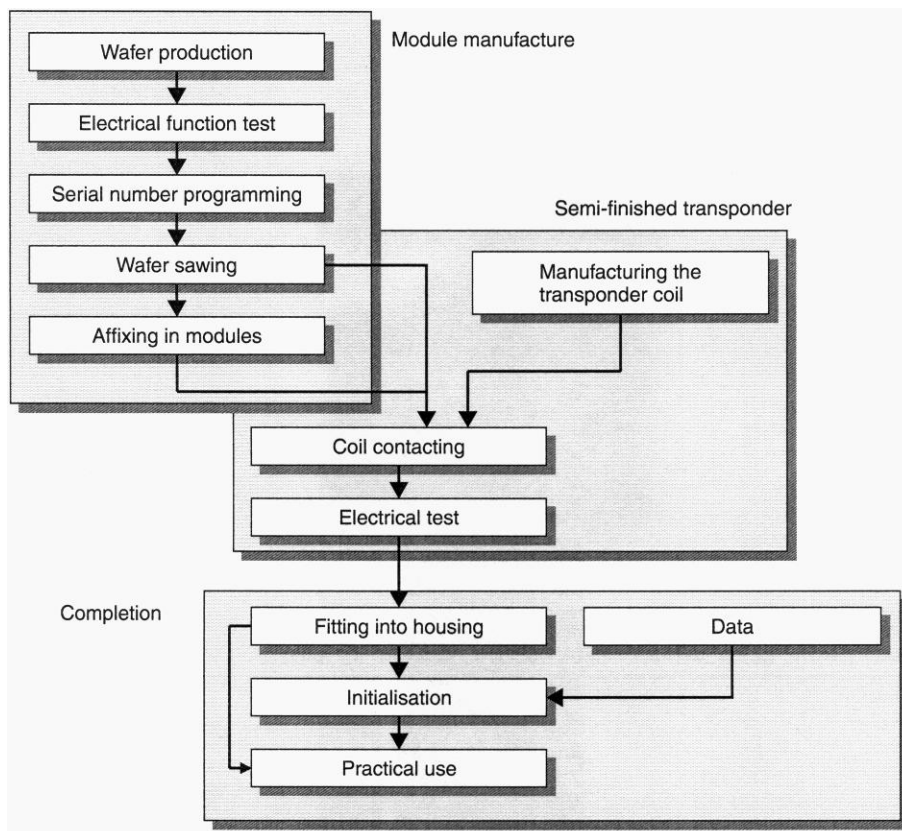
Cartelele inteligente cu microprocesor și fără contact posedă propriul sistem de operare, opțiune preluată de la cartelele inteligente cu contact. În cazul cartelelor fără contact sistemul de operare gestionează transferul de date, controlul comenzilor precum și execuția algoritmilor criptografici (autentificare, criptare/decriptare). Codul program este înscris în ROM și inclus în microcip în etapa de fabricare folosind, în acest scop, o mască de expunere suplimentară (*mask programming*, în lb. engleză).

## **6.5 Producția de serie mică a etichetelor RFID și a cartelelor inteligente fără contact**

### **6.5.1. Producția etichetelor RFID**

Din punct de vedere constructiv o etichetă RFID conține două componente majore: un circuit integrat (microcip) și corpul în care este încapsulat împreună cu antena.

Etapele corespunzătoare procesului tehnologic de fabricație a etichetei pot fi grupate în trei părți: producerea microcipului, producerea antenei precum și asamblarea și încapsularea celor două părți. În figura 6.7 sunt prezentate etapele acestui proces.



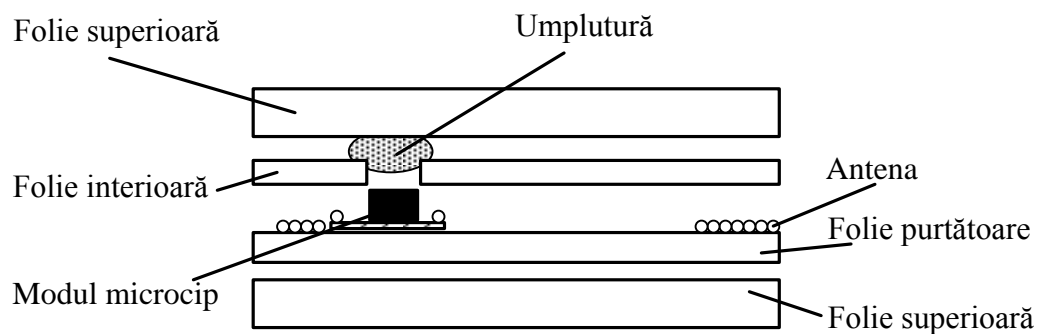
**Figura 6.7** Etapele procesului de fabricație a etichetelor RFID

### 6.5.2. Producția cartelelor inteligente fără contact

Cartelele inteligente fără contact reprezintă un tip special de etichetă RFID des întâlnită. Standardul DIN/ISO 7810 specifică formatul cartelelor inteligente precum și a celor de identitate. Conform acestui standard, dimensiunile tipice ale unei cartele inteligente sunt  $85,46\text{mm} \times 53,92\text{mm} \times 0,76\text{mm}$ ,  $\pm$  toleranțele corespunzătoare. Grosimea cartelei, de numai 0,76mm, reprezintă o adevărată provocare pentru producătorii de cartele inteligente fără contact deoarece introduce limite stricte a dimensiunilor posibile ale antenei și microcipului.

O cartelă inteligentă fără contact poate fi de exemplu realizată din patru folii de PVC, fiecare folie având o grosime de aproximativ 0,2mm: două folii interioare care sunt introduse în interiorul cartelei și două folii exterioare care vor forma

partea superioară a cartei. Cartelele inteligente sunt fabricate în foi care conțin 21, 24 sau 48 de bucăți. Structura tipică a unei cartele inteligente fără contact este prezentată în figura 6.8. Pe cele două folii exterioare sunt, de regulă, efectuate marcaje folosind instrumente color de tipărit de înaltă calitate.



**Figura 6.8** Structura unei cartele inteligente fără contact