

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00771**

(22) Data de depozit: **04/10/2018**

(41) Data publicării cererii:  
**30/07/2020** BOPI nr. **7/2020**

(71) Solicitant:  
• **ENERGY& ECO CONCEPT S.R.L.**,  
STR.MIZIL, NR.2 C, CAMERA 401,  
CORP C1, CLĂDIREA DE BIROURI SOCUM  
SA, ET. 4, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:  
• **CĂLIN NICOLETA**,  
STR.SERG.VASILE ADAM, NR.8, ET.3,  
AP.11, BUCUREȘTI, B, RO;

• **GHIȚĂ OCTAVIAN MIHAI**, STR.BRAȘOV,  
NR.11A, BL.Z27, SC.A, ET.5, AP.31,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;  
• **OLARU VIRGIL**, ȘOS. MIHAI BRAVU  
NR.3, BL.3, SC.D, AP.141, BUCUREȘTI, B,  
RO

*Această publicație include și modificările descrierii,  
revendicărilor și desenelor, depuse conform art. 35,  
alin. (20), din HG nr. 547/2008.*

## (54) SISTEM INTELIGENT DE DETECȚIE, MONITORIZARE ȘI ANALIZĂ ÎN TIMP REAL A ALUNECĂRILOR DE TEREN

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem inteligent de detecție, monitorizare și analiză în timp real a alunecărilor de teren. Sistemul conform invenției cuprinde o componentă subterană formată din senzori de forță (1), senzori de înclinare (2, 3), un senzor de temperatură și umiditate a solului (4), ale căror măsurători sunt transmise la un microcontroler (6), și apoi comparate în cadrul unei platforme (7) cu datele inițiale considerate ca fiind nivelul de referință zero, și o componentă supraterană (8), formată din senzori de temperatură și umiditate a aerului, un acumulator de alimentare, un giroscop și un modul de transmisie GSM, toate informațiile de la senzorii menționați fiind stocate într-o bază de date, iar pe baza informațiilor menționate fiind rulat un pachet software de analiză, bazat pe analiză statistică de tip ARMA, pentru coroborarea informațiilor și găsirea unui algoritm de predicție a dinamicii solului.

Revendicări inițiale: 4  
Revendicări amendate: 2  
Figuri: 4

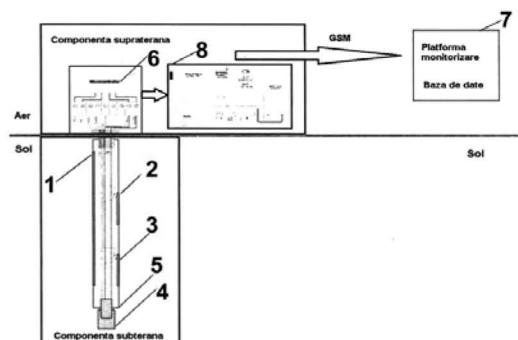


Fig. 2



## Descrierea invenției

Monitorizarea zonelor cu risc de alunecare a terenului reprezintă o componentă importantă a asigurării securității în ceea ce privește spațiul, știut fiind faptul că alunecările de teren din ultimii ani s-au soldat întotdeauna cu mari pagube materiale și pierderi de vieți omenești atât la nivel global cât și în Europa.

S-a realizat un prototip care conține două componente de senzori, una supraterană și alta subterană îngropată la 1 m adâncime, ce poate prevedea tendințele dinamicii solului și scăderea riscurilor asociate alunecărilor de teren. Partea inovativă a soluției este constituită din agregarea datelor de la diferiții senzori wireless din teren cu informații de triangularizare. Aceasta permite un maxim de flexibilitate din punct de vedere al acoperirii în orice zonă de implementare și capacitatea de interoperabilitate cu alți senzori ce pot fi adăugați ulterior ca intrări ale sistemului.

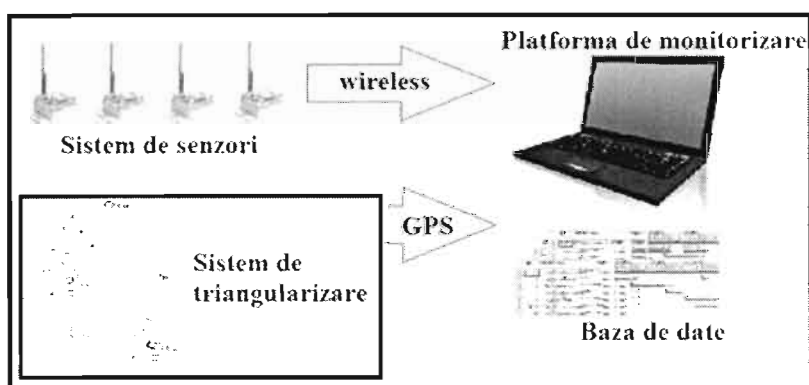
Agregarea acestor tehnologii conduce la integrarea lor într-un sistem complex bazat pe achiziții de semnale obținute de la senzorii de temperatură, umiditate, presiune, înclinare și deplasare și transmisia datelor către un server de procesare, ce constituie un produs inovativ, care se încadrează în nevoile și tendințele pieței la momentul actual, dar și în următorii ani. Performanțele sistemului, asigură rezerva de timp, pentru procesarea datelor achiziționate.

Pentru o analiză complexă a gravitației și rapidității desfășurării unui fenomen de tipul alunecării de teren, informațiile obținute de la un model testat în laborator nu sunt suficiente, fiind necesare în plus componente care ajută soluția să atingă un nivel de maturitate necesar:

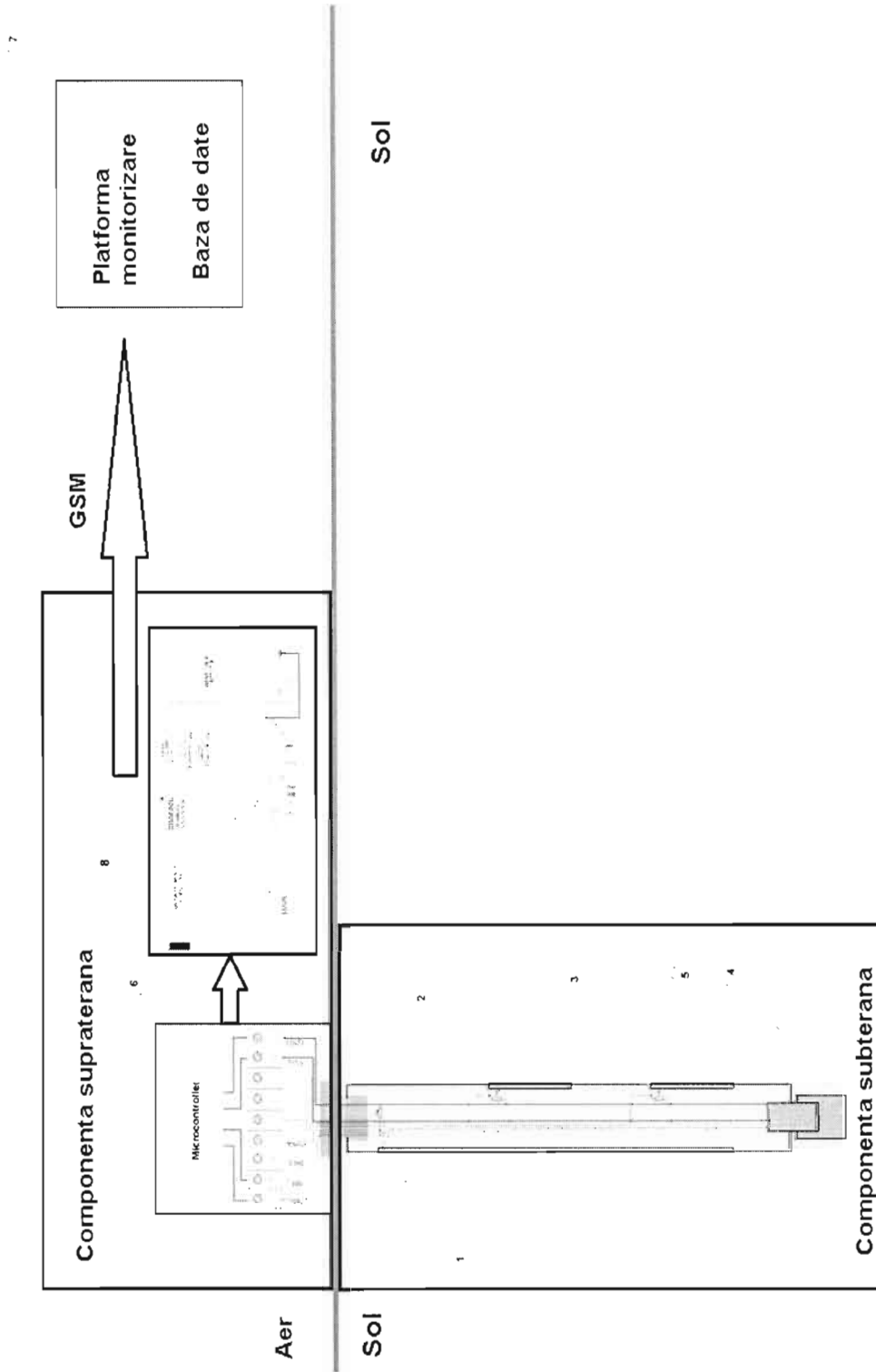
1. informații amănunțite de la senzorii îngropați în teren, privitoare la temperatura, umiditate, deplasarea și gradul de înclinare al solului;
2. de asemenea o viteză ridicată de achiziție, transmisie și prelucrare a datelor pentru a obține o analiză pertinentă a fenomenului monitorizat.

Tehnologiile folosite la ora actuală, pentru realizarea unor sisteme de avertizare și monitorizare la alunecările de teren, nu au produs încă legături clare între evoluțiile de la locul producerii hazardului și dinamica parametrilor monitorizați (nivel de deplasare, umiditate, temperatură sau poziție). Unul dintre aspectele relevante ale acestei soluții este acela de a înregistra în condiții de teren, ținând cont de variațiile factorilor de mediu, dinamica alunecării solului funcție de parametrii monitorizați și de a oferi legături între variațiile acestor parametri și momentul declanșării alunecărilor.

Un alt aspect relevant este baza de date, ce conține cu informațiile achiziționate de la senzori, astfel încât să funcționeze ca un model de evoluție a dinamicii solului funcție de gradul anterior de umiditate existent în zona monitorizată, funcție de variația temperaturii specifice anotimpului respectiv și funcție de nivelul la care se află pânza freatică și diferitele straturi argiloase din care este compus solul și în acest caz se poate prevedea apariția riscului de alunecări de teren la momentul în care începe o noua serie de precipitații. Toate aceste informații pot fi obținute din inspecția bazelor de date pe care sistemul și le creează în timpul unei monitorizări pe o perioadă mai îndelungată, coroborată cu datele meteorologice referitoare la starea vremii.

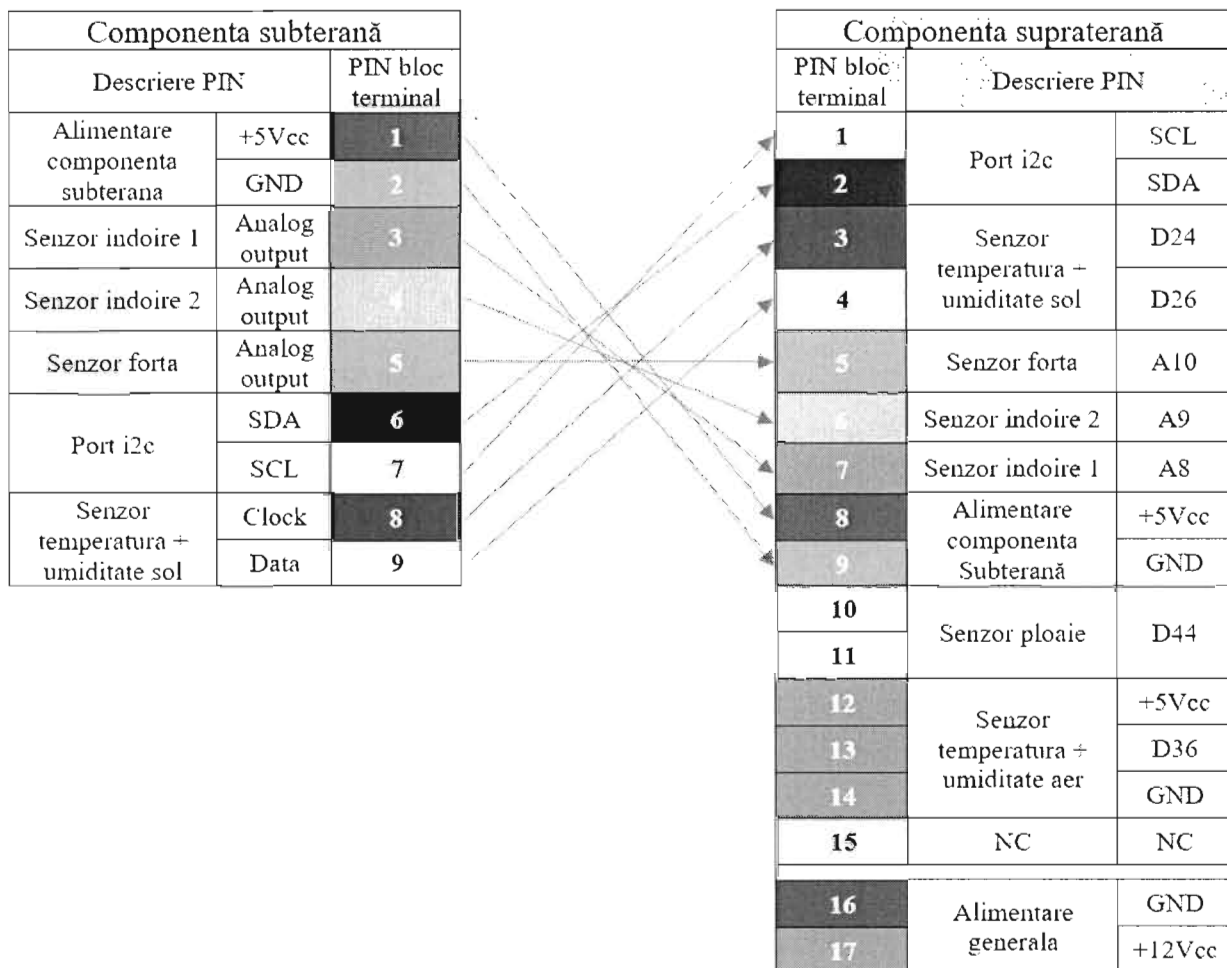


*Figură 1 Arhitectura sistemului de monitorizare*

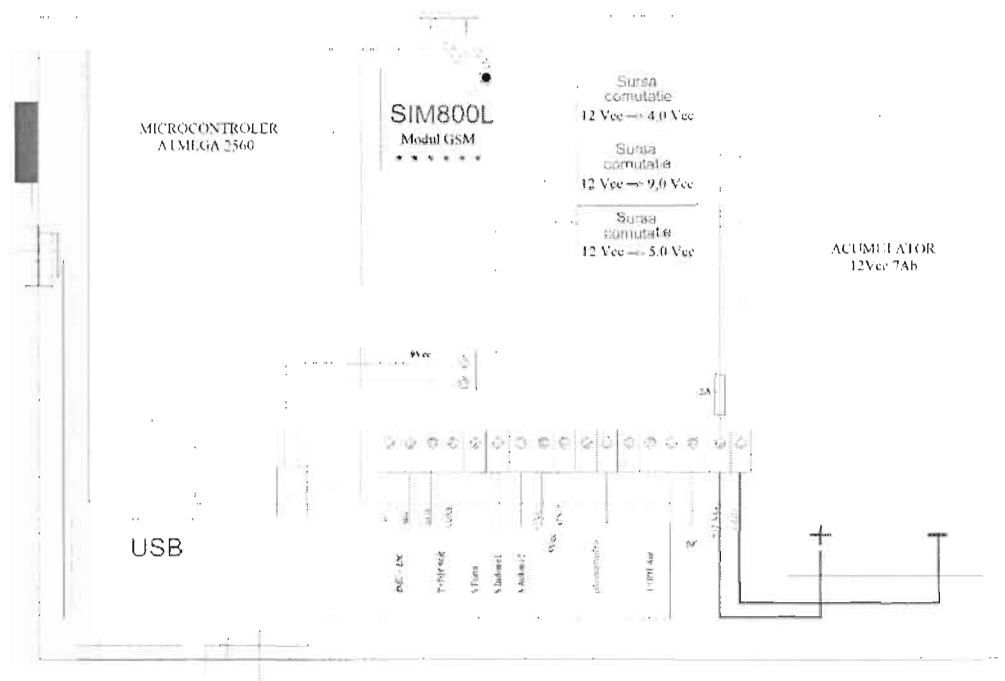


Figură 2. Componentele sistemului de monitorizare (1 –Senzor forță; 2- senzor îndoire 2; 3- senzor îndoire 1; 4- Senzor temperatură și umiditate sol; 5- tija flexibilă, 6- Microcontroler; 7- platformă de monitorizare, 8- componentă supraterrană)

Datele achiziționate de la componenta subterană formată din senzorii: de forță (1); de îndoire (2),(3); sensor temperatură și umiditate sol (4) sunt transmise la microcontroler (6) și apoi comparate în platformă (7) cu datele inițiale considerate ca nivele de referință zero din baza de date, ce sunt găzduite în platformă. Senzorii îngropați sunt plasați pe o tija flexibilă (5). În momentul în care apar diferențe acestea sunt înregistrate și salvate în baza de date. Procedura se repetă și pentru componenta supraterană (8), care conține: senzori de temperatură și umiditate aer, acumulator alimentare, giroscop și modul transmisie GSM. În momentul completării bazei de date cu noile informații se rulează pachetul software de analiză, pachet bazat pe analiză statistică de tip ARMA, pentru coroborarea informațiilor și găsirea unui algoritm de predicție a dinamicii solului.



Figură 3. Descrierea conexiunilor componentelor supraterană și subterană la microcontroler



*Figură 4 Modul suprateran*

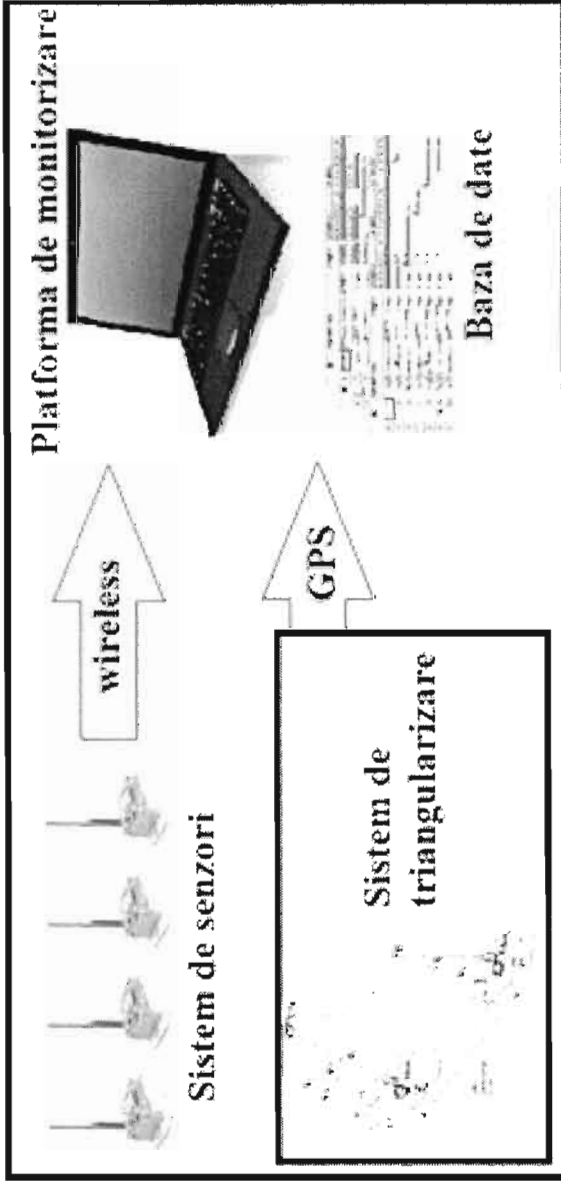
Pornind de la datele achiziționate din teren (senzor umiditate și temperatură aer, senzor umiditate și temperatură sol, senzor forță, senzori îndoire, giroscop și distribuția lor în funcție de timp) s-a realizat un algoritm de predicție, bazat pe modele statistice care ne ajută să efectuăm prognoze care descriu anumite tendințe de evoluție a dinamicii solului, deosebit de utile în adoptarea deciziilor de siguranță.

Pentru a realiza procesul de prognoză, am ales să testăm normalitatea și staționaritatea seriilor de date reprezentând pe rând informațiile de la: senzor umiditate și temperatură aer, senzor umiditate și temperatură sol, senzor forță, senzori îndoire, giroscop.

Am considerat 3 cazuri de analiză: primul caz în care nu s-a produs alunecarea de teren, al doilea caz în care s-a produs alunecarea de teren și al treilea caz în care sunt măsurate date în curs de analiză. Sunt evidențiate modalitățile de modelare a serilor de timp prin intermediul proceselor de tip ARMA (AutoRegressive Moving Average), precum și modul în care natura autocorelației dintre valorile seriei respective oferă informații în ceea ce privește selectarea unei specificații pentru modelul ARMA.

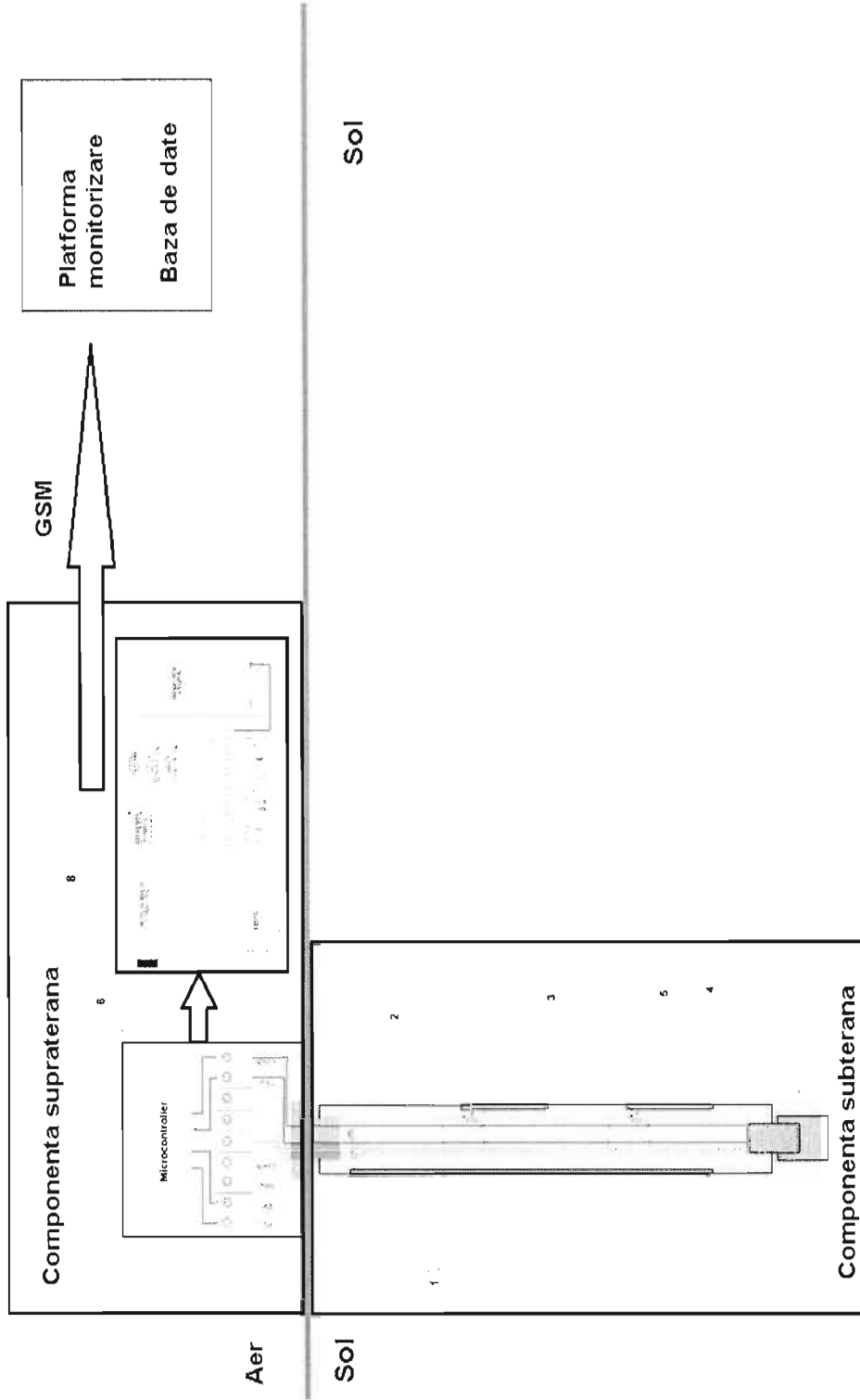
**Revendicari**

1. Sistem inteligent de detecție, monitorizare și analiză a alunecărilor de teren, bazat pe integrarea informațiilor de la senzori amplasați în zona de interes pentru modelarea ulterioară a variației parametrilor asociați cu dinamica solului.
2. Soluție monitorizare alcătuită din două componente, una subterană, bazată pe senzori de forță, îndoire, temperatură, umiditate și una supraterană, bazată pe senzori de temperatură și umiditate aer, acumulator alimentare, giroscop și modul transmisie GSM pentru determinarea variației parametrilor în cazul alunecărilor de teren.
3. Pachet software dedicat pentru achiziții de date și generarea bazei de date aferente.
4. Algoritm statistic de analiză și predicție a datelor achiziționate.

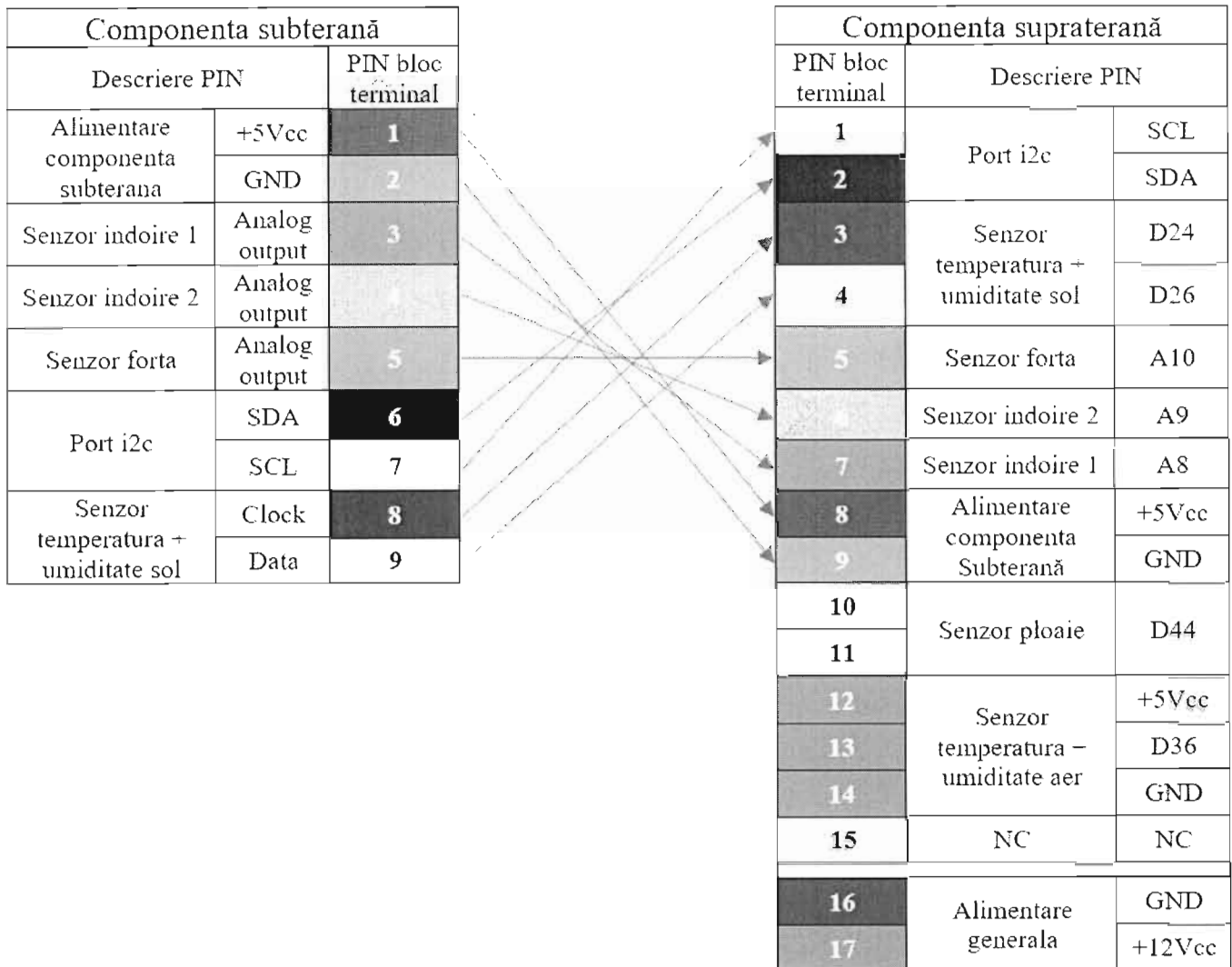


Figură 1 Arhitectura sistemului de monitorizare

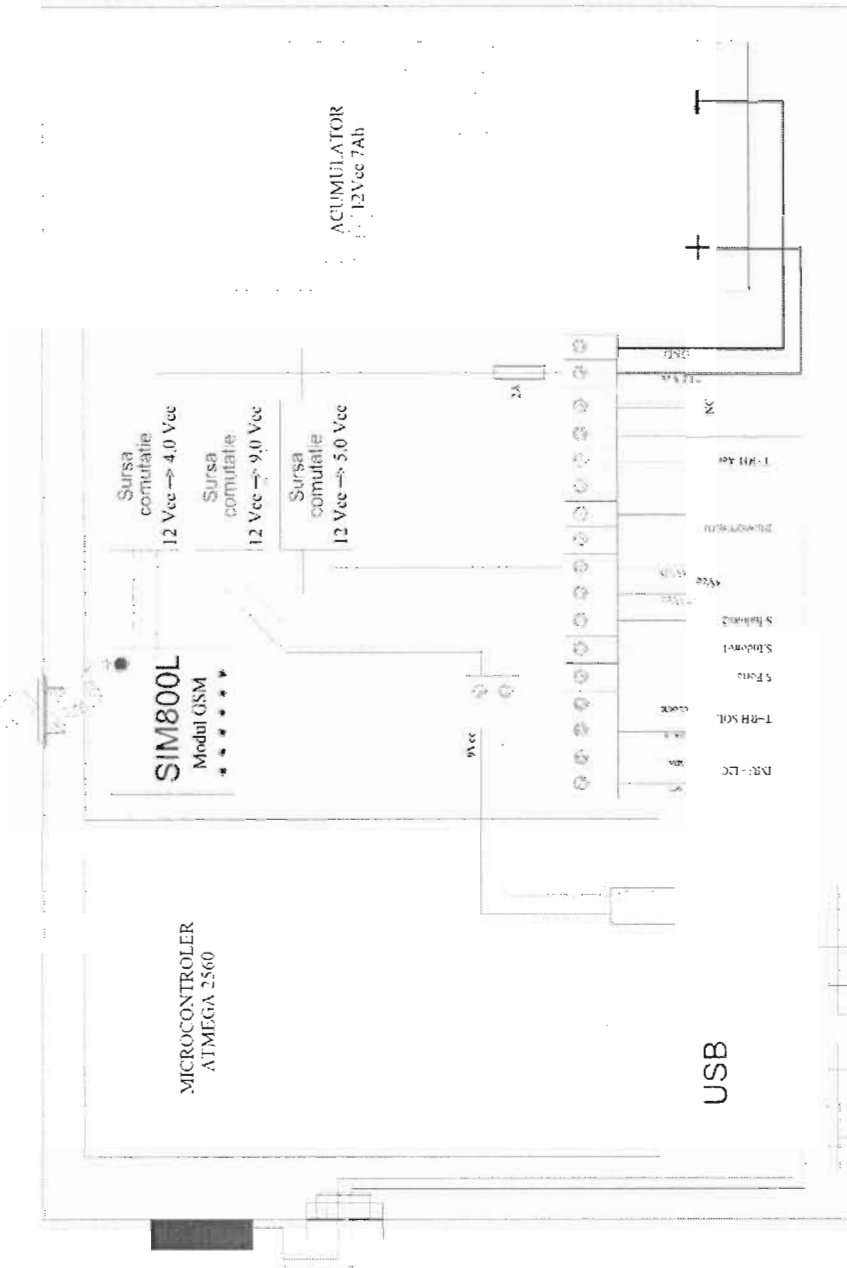




Figură 2. Componentele sistemului de monitorizare (1 –Senzor forță; 2- senzor înclinare 2; 3- senzor înclinare 1; 4- Senzor temperatură și umiditate sol; 5- tija flexibilă, 6- Microcontroler; 7- platformă de monitorizare, 8- componentă supraterană)



Figură 3. Descrierea conexiunilor componentelor supraterană și subterană la microcontroler



Figură 4 Modul supratearan

## Descrierea invenției

Monitorizarea zonelor cu risc de alunecare a terenului reprezintă o componentă importantă a asigurării securității în ceea ce privește spațiul, știut fiind faptul că alunecările de teren din ultimii ani s-au soldat întotdeauna cu mari pagube materiale și pierderi de vieți omenești atât la nivel global cât și în Europa.

S-a realizat un prototip care conține două componente de senzori, una supraterană și alta subterană îngropată la mai mulți metri adâncime, ce poate prevedea tendințele dinamicii solului și scăderea riscurilor asociate alunecărilor de teren. Partea inovativă a soluției este constituită din agregarea datelor de la diferiții senzori wireless din teren cu informații de poziționare. Aceasta permite un maxim de flexibilitate din punct de vedere al acoperirii în orice zonă de implementare și capacitatea de interoperabilitate cu alți senzori ce pot fi adăugați ulterior ca intrări ale sistemului.

Agregarea acestor tehnologii conduce la integrarea lor într-un sistem complex bazat pe achiziții de semnale obținute de la senzorii de temperatură, umiditate, presiune, înclinare și deplasare și transmisia datelor către un server de procesare, ce constituie un produs inovativ, care se încadrează în nevoile și tendințele pieței la momentul actual, dar și în următorii ani. Performanțele sistemului, asigură rezerva de timp, pentru procesarea datelor achiziționate (figura1).

Pentru o analiză complexă a gravitației și rapidității desfășurării unui fenomen de tipul alunecării de teren, informațiile obținute de la un model testat în laborator nu sunt suficiente, fiind necesare în plus componente care ajută soluția să atingă un nivel de maturitate necesar:

1. informații amănunțite de la senzorii îngropați în teren, privitoare la temperatura, umiditate, deplasarea și gradul de înclinare al solului;
2. de asemenea o viteză ridicată de achiziție, transmisie și prelucrare a datelor pentru a obține o analiză pertinentă a fenomenului monitorizat.

Tehnologiile folosite la ora actuală, pentru realizarea unor sisteme de avertizare și monitorizare la alunecările de teren, nu au produs încă legături clare între evoluțiile de la locul producerii hazardului și dinamica parametrilor monitorizați (nivel de deplasare, umiditate, temperatură sau poziție). Unul dintre aspectele relevante ale acestei soluții este acela de a înregistra în condiții de teren, ținând cont de variațiile factorilor de mediu, dinamica alunecării solului funcție de parametrii monitorizați și de a oferi legături între variațiile acestor parametri și momentul declanșării alunecărilor.

Un alt aspect relevant este baza de date, ce conține cu informațiile achiziționate de la senzori, astfel încât să funcționeze ca un model de evoluție a dinamicii solului funcție de gradul anterior de umiditate existent în zona monitorizată, funcție de variația temperaturii specifice anotimpului respectiv și funcție de nivelul la care se află pânza freatică și diferitele straturi argiloase din care este compus solul și în acest caz se poate

prevede apariția riscului de alunecări de teren la momentul în care începe o noua serie de precipitații. Toate aceste informații pot fi obținute din inspecția bazelor de date pe care sistemul și le creează în timpul unei monitorizări pe o perioadă mai îndelungată, coroborată cu datele meteorologice referitoare la starea vremii.

Principiul de funcționare a sistemului se bazează pe analiza în timp real a diferențelor dintre datele achiziționate de la componenta din subteran și cea salvată ca referință staționară în memoria procesorului precum și cele achiziționate de la suprafață. În momentul în care senzorii de forță și de îndoire încep să indice valori diferite de zero, este clar ca tija de protecție în care ei se află suferă acțiunea solului care începe să se miște și aceste valori sunt scrise în baza de date.

Totodată, se transmite informația către microcontroller și se compară cu informațiile despre variațiile de temperatură și de umiditate care pot oferi explicații de ce începe solul să se miște. Acesta este și motivul pentru care cererea de brevet conține și o componentă de calcul care să analizeze rezultatele, pentru a evita alarme false sau deplasări ale terenului din diferite motive accidentale care să înceteze imediat.

Obiectul revendicat este reprezentat de ansamblul sistemului de monitorizare, componentele subterană, supraterană și cea de calcul care se constituie într-o revendicare independentă de produs și de metodă, deoarece alte invenții nu coroborează datele de la mai multe tipuri de senzori diferiți, aflați în subteran și la suprafață, pentru a putea da alarma în timp util sau pentru a putea identifica alarmele false.

Datele achiziționate de la componenta subterană (fig.2) formată din senzorii: de forță (1); de îndoire (2),(3); sensor temperatură și umiditate sol (4) sunt transmise la microcontroler (6) și apoi comparate în platformă (7) cu datele inițiale considerate ca nivele de referință zero din baza de date, ce sunt găzduite în platformă. Senzorii îngropați sunt plasați pe o tija flexibilă (5). În momentul în care apar diferențe acestea sunt înregistrate și salvate în baza de date. Procedura se repetă și pentru componenta supraterană (8), care conține: senzori de temperatură și umiditate aer, acumulator alimentare, giroscop și modul transmisie GSM. În momentul completării bazei de date cu noile informații se rulează pachetul de analiză, pachet bazat pe analiză statistică de tip ARMA, pentru coroborarea informațiilor și găsirea unui algoritm de predicție a dinamicii solului.

Pornind de la datele achiziționate din teren (senzor umiditate și temperatură aer, senzor umiditate și temperatură sol, senzor forță, senzori îndoire, giroscop și distribuția lor în funcție de timp) s-a realizat un algoritm de predicție, bazat pe modele statistice care ne ajută să efectuăm prognoze care descriu anumite tendințe de evoluție a dinamicii solului, deosebit de utile în adoptarea deciziilor de siguranță.

Pentru a realiza procesul de prognoză, am ales să testăm normalitatea și staționaritatea seriilor de date reprezentând pe rând informațiile de la: senzor umiditate și temperatură aer, senzor umiditate și temperatură sol, senzor forță, senzori îndoire, giroscop (figurile 3,4).

Am considerat 3 cazuri de analiză: primul caz în care nu s-a produs alunecarea de teren, al doilea caz în care s-a produs alunecarea de teren și al treilea caz în care sunt măsurate date în curs de analiză. Sunt evidențiate modalitățile de modelare a serilor de timp prin intermediul proceselor de tip ARMA (AutoRegressive Moving Average), precum și modul în care natura autocorelației dintre valorile seriei respective oferă informații în ceea ce privește selectarea unei specificații pentru modelul ARMA.

## Revendicări

### Revendicare independentă:

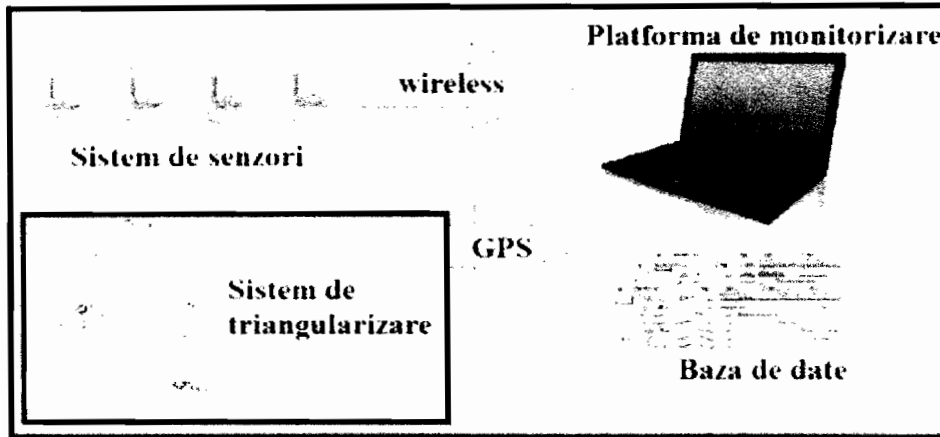
1. Sistem inteligent de detecție, monitorizare și analiză a alunecărilor de teren, bazat pe integrarea informațiilor de la senzori amplasați în zona de interes pentru determinarea alunecărilor de teren față de un punct fix și eliminarea alarmelor false.

Obiectul revendicat este reprezentat de ansamblul sistemului de monitorizare, componentele subterană, supraterană și cea de calcul care se constituie într-o revendicare independentă de produs și de metodă, deoarece alte invenții nu coroborează datele de la mai multe tipuri de senzori diferiți, aflați în subteran și la suprafață, pentru a putea da alarma în timp util sau pentru a putea identifica alarmele false. Avantajul metodei constă în comparația între un set de date primare, neafectate de alunecarea de teren și date coroborate de presiune, deplasare, temperatură sau umiditate din a căror variație să rezulte fie începutul unei alunecări fie o alertă falsă.

### Revendicare dependentă:

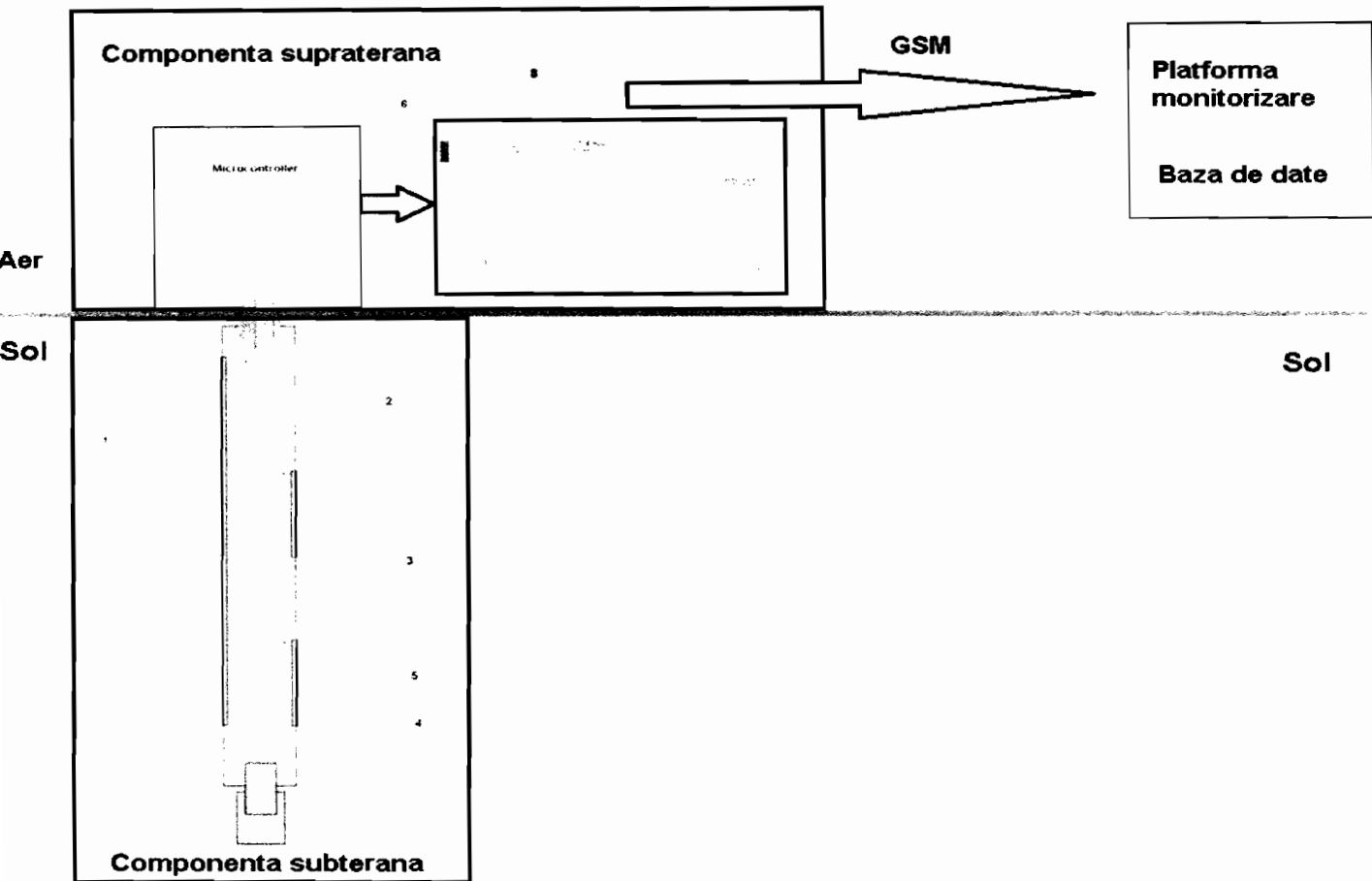
2. Soluție monitorizare alcătuită din două componente, una subterană, bazată pe senzori de forță, îndoire, temperatură, umiditate și una supraterană, bazată pe senzori de temperatură și umiditate aer, acumulator alimentare, giroscop și modul transmisie GSM pentru determinarea variației parametrilor în cazul alunecărilor de teren prin valorificarea diferențelor dintre valorile de la suprafață și cele îngropate în sol.

**DESENE**



*Figură 1 Arhitectura sistemului de monitorizare*



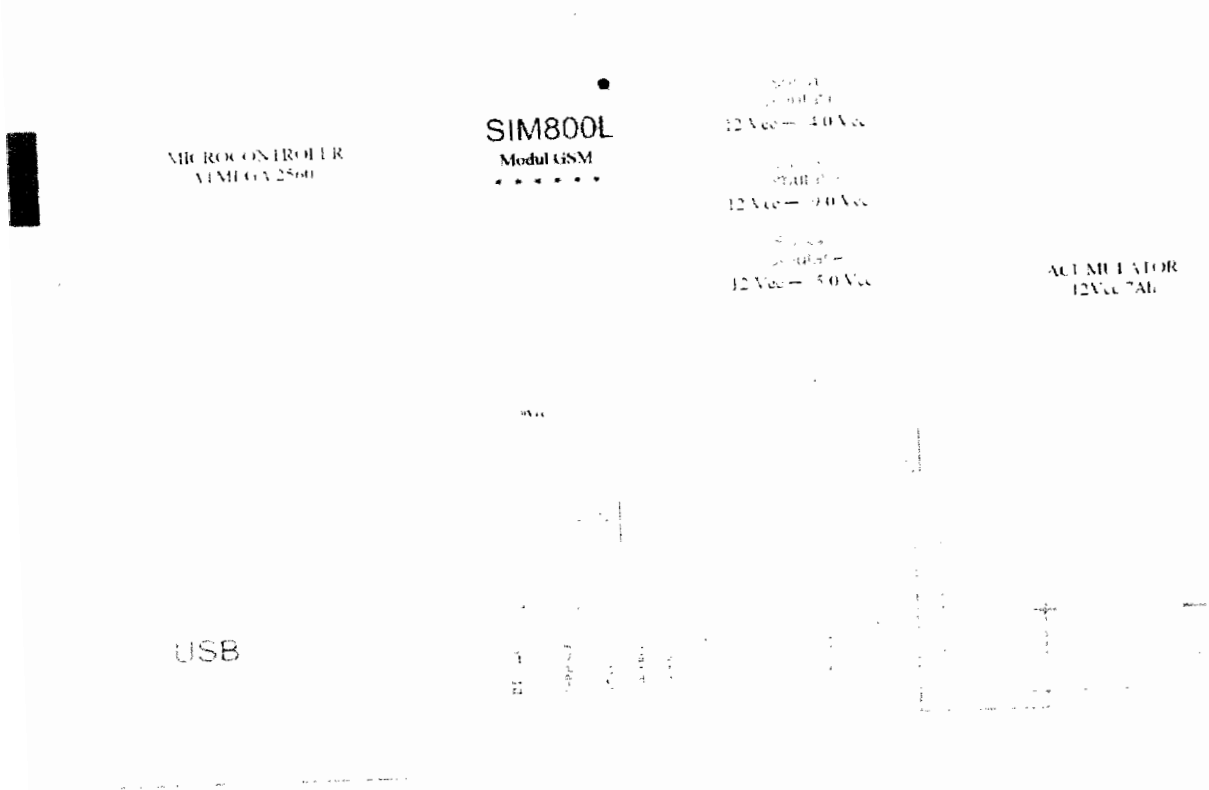


Figură 2. Componentele sistemului de monitorizare (1 –Senzor forță; 2- senzor îndoire 2; 3- senzor îndoire 1; 4- Senzor temperatură și umiditate sol; 5- tija flexibilă, 6- Microcontroler; 7- platformă de monitorizare, 8- componentă supraterană)

Componenta subterană		
Descriere PIN		PIN bloc terminal
Alimentare componenta subterana	-5Vcc	<b>1</b>
	GND	
Senzor indoire 1	Analog output	<b>3</b>
Senzor indoire 2	Analog output	
Senzor forta	Analog output	
Port i2c	SDA	<b>6</b>
	SCL	<b>7</b>
Senzor temperatura – umiditate sol	Clock	<b>8</b>
	Data	<b>9</b>

Componenta supraterană		
PIN bloc terminal	Descriere PIN	
<b>1</b>	Port i2c	SCL
<b>2</b>		SDA
<b>3</b>	Senzor temperatura – umiditate sol	D24
<b>4</b>		D26
	Senzor forta	A10
	Senzor indoire 2	A9
<b>7</b>	Senzor indoire 1	A8
<b>8</b>	Alimentare componenta Subterană	-5Vcc
		GND
<b>10</b>	Senzor ploaie	D44
<b>11</b>		
<b>12</b>	Senzor temperatura – umiditate aer	-5Vcc
<b>13</b>		D36
<b>14</b>		GND
<b>15</b>	NC	NC
<b>16</b>	Alimentare generala	GND
<b>17</b>		-12Vcc

*Figură 3. Descrierea conexiunilor componentelor supraterană și subterană la microcontroler*



*Figură 4 Modul supracapacitor*