



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00421**

(22) Data de depozit: **11.05.2010**

(41) Data publicării cererii:  
**29.04.2011** BOPI nr. 4/2011

(71) Solicitant:

- **DUMITRAȘCU VICTOR**,  
STR. ION MONORAN NR.17, TIMIȘOARA,  
TM, RO;
- **BORZA CLAUDIA**, STR.TOSCA NR. 2,  
TIMIȘOARA, TM, RO;
- **CRĂCIUNESCU MIHAELA CRISTIANA**,  
PIATA VICTORIEI NR.1A, ET.3, AP.14,  
TIMIȘOARA, TM, RO;
- **VERMEȘAN DINU VALERIU**,  
STR. VASILE GOLDIS NR.5, AP.2,  
TIMIȘOARA, TM, RO;
- **LIGHEZAN DANIEL FLORIN**,  
STR. VASILE LUCACIU NR.5, BL.B4, SC.A,  
AP.7, TIMIȘOARA, TM, RO;
- **MOTOC ANDREI GHEORGHE MARIUS**,  
STR.BUCUREȘTI NR.18, AP.9, TIMIȘOARA,  
TM, RO;
- **LIGHEZAN RODICA**,  
STR. VASILE LUCACIU NR..5, BL.B4, SC.A,  
AP.7, TIMIȘOARA, TM, RO;
- **PREJBEĂNU RADU**, STR.PINDULUI  
NR.33, TIMIȘOARA, TM, RO;
- **AVRAM IULIAN OCTAVIAN**,  
STR. TOPLIȚA NR.2/A, TIMIȘOARA, TM,  
RO;
- **OANCEA CRISTIAN IULIAN**,  
ALEEA CONSTRUCTORILOR NR. 11F,  
AP. 1, COMUNA DUMBRĂVIȚA, TM, RO;
- **HORHAT FLORIN GEORGE**, STR.  
BOEMIEI NR.2, ARAD, AR, RO

(72) Inventatori:

- **DUMITRAȘCU VICTOR**,  
STR. ION MONORAN NR.17, TIMIȘOARA,  
TM, RO;
- **BORZA CLAUDIA**, STR. TOSCA NR. 2,  
TIMIȘOARA, TM, RO;
- **CRĂCIUNESCU MIHAELA CRISTIANA**,  
PIATA VICTORIEI NR.1A, ET.3, AP.14,  
TIMIȘOARA, TM, RO;
- **VERMEȘAN DINU VALERIU**,  
STR. VASILE GOLDIS NR.5, AP.2,  
TIMIȘOARA, TM, RO;
- **LIGHEZAN DANIEL FLORIN**,  
STR. VASILE LUCACIU NR.5, BL.B4, SC.A,  
AP.7, TIMIȘOARA, TM, RO;
- **MOTOC ANDREI GHEORGHE MARIUS**,  
STR.BUCUREȘTI NR.18, AP.9, TIMIȘOARA,  
TM, RO; LIGHEZAN RODICA,  
STR. VASILE LUCACIU NR..5, BL.B4, SC.A,  
AP.7, TIMIȘOARA, TM, RO;
- **PREJBEĂNU RADU**, STR.PINDULUI  
NR.33, COD 300543, TIMIȘOARA, TM, RO;
- **AVRAM IULIAN OCTAVIAN**, STR.  
TOPLIȚA NR.2/A, TIMIȘOARA, TM, RO;
- **OANCEA CRISTIAN IULIAN**,  
ALEEA CONSTRUCTORILOR NR. 11F,  
AP. 1, COMUNA DUMBRĂVIȚA, TM, RO;
- **HORHAT FLORIN GEORGE**,  
STR. BOEMIEI NR.2, ARAD, AR, RO

## (54) DISPOZITIV ELECTRONIC PENTRU MĂSURAREA ȘI AFIȘAREA SEMNALELOR ELECTRICE CEREBRALE CU FILTRARE NUMERICĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv electronic pentru măsurarea și afișarea semnalelor electrice cerebrale, care permite amplificarea semnalului EEG, descompunerea acestuia prin filtrare numerică în benzi de frecvență corespunzătoare undelor delta, teta, alfa, respectiv, beta, afișarea semnalelor și a interpretării acestora, cât și asocierea de semnale luminoase și sonore la apariția lor. Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-un etaj preamplificator (9) care preia semnalul electric cules de electrozii unui aparat EEG și îl transmite unui amplificator de semnal (8), care îl amplifică la un nivel adecvat pentru un convertor analog- digital din componența unui microcontroler (1) cu ajutorul căruia sunt implementate niște filtre numerice și care controlează un afișaj grafic (2), destinat reprezentării grafice a semnalului și interfeței cu utilizatorul, un bloc (3) cu diode luminescente, care semnalizează prezența diferitelor tipuri de unde, precum și un amplificator audio (7) pus în legătură cu un difuzor (6) pentru redarea sunetelor, și care primește date și comenzi de la o tastatură (4) cu șase butoane și de la un codificator numeric (5). Alimentarea electrică a dispozitivului se

realizează prin intermediul unui stabilizator în comutație (11), pus în legătură cu un stabilizator (10) linear care furnizează o tensiune de 3,3 V microcontrolerului (1).

Revendicări: 1  
Figuri: 5

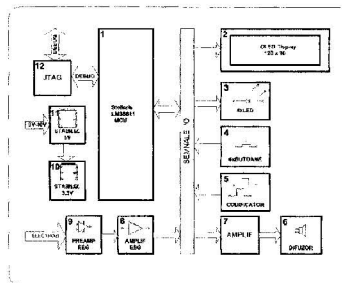


Fig. 1

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).

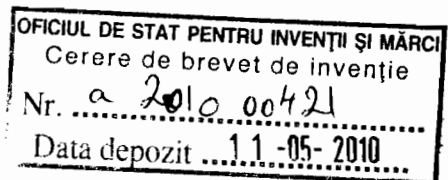


## DISPOZITIV ELECTRONIC PENTRU MĂSURAREA ȘI AFIȘAREA SEMNALELOR ELECTRICE CEREBRALE CU FILTRARE NUMERICĂ

Invenția constă dintr-un dispozitiv electronic pentru măsurarea și afișarea semnalelor electrice cerebrale cu filtrare numerică. Dispozitivul electronic permite amplificarea semnalului EEG, descompunerea acestuia prin filtrare numerică în benzi de frecvență corespunzătoare undelor delta, teta, alfa respectiv beta. Deasemenea, permite reprezentarea lor grafică și emiterea unor sunete specifice, care să evidențieze apariția lor. Simplitatea schemei, numărul redus de componente recomandă dispozitivul pentru construcția unor aparate portabile sau fixe cu volum redus. Deoarece folosește filtrarea numerică, dispozitivul permite ajustarea benzilor de frecvență corespunzătoare undelor delta, teta, alfa respectiv beta de către utilizator, permițând o interpretare mai flexibilă. Interpretarea semnalului având loc într-un microcontroler, se permite alegerea dintr-o gamă de variante a modalității de afișare grafică cât și a sunetelor însoțitoare.

Aparatele EEG similare cunoscute în prezent au în alcătuirea lor filtre trece-bandă concepute cu amplificatoare operaționale sau filtre cu capacități comutate. În cazul filtrelor active cu amplificatoare operaționale, pentru a obține o separare acceptabilă, sunt necesare două sau mai multe amplificatoare operaționale pentru fiecare bandă de frecvență și condensatoare cu capacități mari, schema ce va rezulta fiind foarte complexă. În varianta cu filtre cu capacități comutate, deoarece acestea nu excelează în privința zgomotelor, sunt necesare câte două de bandă separată. Trebuie menționat că există un număr foarte restrâns de producători și sunt relativ scumpe. Deasemenea, în ambele variante prezentate va fi foarte dificilă implementarea unor benzi de trecere ajustabile.

Soluția de față folosește amplificatoare operaționale pentru amplificarea semnalului și un microcontroler pe 32 de biți de tipul Cortex M-3 pentru conversia analogic-digitală, respectiv extragerea undelor delta, teta, alfa, beta prin filtrarea numerică a semnalului. Microcontrolerul asigură, deasemenea, afișarea grafică, producerea sunetelor cât și interfațarea cu operatorul uman. Această arhitectură este foarte compactă, cu preț și consum foarte redus, asigurând în același timp o performanță ridicată.



Din schema bloc (fig.1) putem distinge structura dispozitivului. Semnalul electric cules de către electrozi este aplicat etajului preamplificator EEG care are și rol de a rejecta zgomotul de mod comun provenit în general de la rețeaua electrică. Semnalul ajunge în continuare la amplificatorul EEG care îl amplifică la nivelul adecvat pentru convertorul analogic-digital din microcontrolerul LM3S811. Microcontrolerul, prin intermediul busului I/O, controlează un afișaj grafic cu oled-uri pe care vor fi afișate atât reprezentarea grafică a semnalului, cât și interfața cu utilizatorul. LM3S811 controlează un bloc de 4 LED-uri care vor semnaliza prezența diferitelor tipuri de unde. Ieșirea blocului PWM din controler este aplicată unui amplificator audio, la ieșirea căruia este prezent un difuzor pentru redarea sunetelor.

Utilizatorul are la îndemână pentru a interacționa cu dispozitivul o tastatură cu 6 butoane și, deasemenea, un codificator numeric, ce generează impulsuri la rotirea sa. Acesta generează câte 16 impulsuri defazate diferit, în funcție de sensul de rotație și va fi folosit la introducerea mărimilor numerice. Alimentarea dispozitivului se realizează prin intermediul unui bloc stabilizator în comutație care furnizează tensiunea de 5V utilizată pentru blocurile de putere. Tensiunea de 5V este aplicată și blocului stabilizator de 3,3V, care este tensiunea cu care va fi alimentat microcontrolerul. Pentru a putea fi programat în montaj și pentru a se permite modernizări ale programului din controler, dispozitivul este dotat cu o interfață JTAG, care comunică cu microcontrolerul.

În figura 2 este reprezentată schema electronică detaliată atât a preamplificatorului, cât și a amplificatorului EEG. Preamplificatorul este realizat cu aplicatorul de măsură AD620, care are o tensiune de zgomot de  $9 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  și o rejectie a semnalului de mod comun de 110 dB la amplificarea de 10 ce este dată de R1. Rejectia semnalului de mod comun elimină interferența indusă de rețeaua electrică. Acești parametri îl recomandă pentru aplicația de față. Amplificatorul EEG este format dintr-un etaj realizat cu aplicatorul operațional LMC6062 în configurație de amplificator neinvertor. Acesta amplifică semnalul de 51 până la 101 ori, amplificarea fiind ajustabilă din semireglabilul de  $10 \text{ k}\Omega$ . Acest etaj realizează și limitarea benzii de frecvență. Pentru o amplificare de 100, banda de trecere este de 1kHz. Adaptarea de impedanță se realizează cu amplificatorul operațional OPA340 în configurație de repetor. Etajul final adună la semnalul EEG o componentă continuă de  $3.3\text{V}/2 = 1.65\text{V}$ , această operație fiind necesară pentru a-l face compatibil cu convertorul din microcontroler.

În figura 3 se prezintă microcontrolerul și perifericele acestuia. Microcontrolerul este de tipul LM3S811 de la Texas Instruments. Nucleul acestuia este de tip Cortex-M3 pe 32 de biți, care operează în cazul de față la o frecvență de 50MHz. Procesorul Cortex-M3 dispune de facilitatea de a efectua înmulțiri pe 32 de biți într-o singură perioadă a ceasului prin instrucțiunea MUL. Deasemenea, poate efectua înmulțire plus adunare pe 32 de biți prin instrucțiunea MLA, cu același ritm. Rezultatele sunt pe 64 de biți. Aceste facilități îl fac adecvat pentru filtrarea numerică a semnalului. LM3S811 dispune deasemenea de o memorie SRAM pentru variabile de 8 kB și 64 kB memorie flash, ce permit stocarea și rularea unui program foarte complex. Semnalul EEG amplificat este adus la pinul ADC0, care este intrarea în convertorul analogic-digital cu rezoluție de 10 biți din controler. Rata de eșantionare este stabilită la 300 eșantioane pe secundă. Semnalul EEG în forma sa numerică este stocat și filtrat de către procesor. Diferitele reprezentări grafice ale semnalului și interfața cu utilizatorul sunt afișate pe afișajul cu OLED-uri OLED-RIT-128X96. Controlerul transmite datele spre afișaj printr-o interfață serială de tip SPI. LM3S811 controlează și diodele luminescente LED7,8,9 și 10 pentru evidențierea prezenței undelor delta, teta, alfa respectiv beta. Ieșirea PWM4 este legată la amplificatorul audio realizat cu tranzistorul de tip MOS NDS331N, care are drept sarcină un difuzor pentru redarea sunetelor. Pentru introducerea datelor și comenzilor se folosește o tastatură alcătuită din 6 butoane SW0, SW1,...,SW5. Mărimile numerice sunt introduse prin intermediul unui codificator numeric EC11K, cu ajutorul căruia se pot ajusta prin rotirea acestuia într-un sens sau altul. Programul poate fi transferat în microcontroler, respectiv modernizat prin intermediul interfeței JTAG ce dispune de un conector cu 10 pini (conectorul J1). Ceasul procesorului este obținut cu ajutorul cuarțului Y1 cu o frecvență de 8MHz.

Schema detaliată a modulului de alimentare este prezentată în figura 4. La conectorul J2 se poate aplica o tensiune continuă nestabilizată de  $8\pm 40V$ . Dioda D1 protejează montajul la inversarea polarității tensiunii de alimentare. Această tensiune ajunge la integratul LM2574HVN-5, care este un regulator în comutație coborât de tensiune de tip Buck, capabil de a furniza 0,5A la o tensiune stabilizată de 5V și care lucrează la frecvența de 52kHz. Tensiunea necesară procesorului de 3,3V este obținută cu ajutorul integratului stabilizator LM3940-3.3, specializat în obținerea acestei tensiuni dintr-o tensiune de 5V. Ambele integrate sunt protejate la suprasarcină. Dioda luminescentă semnalizează prezența tensiunii de alimentare.

Tensiunea de 15V necesară afișajului este obținută cu ajutorul integratului FAN5331, ce lucrează în comutație și are rol de convertor CC-CC. Din tensiunea de 5V se obține și tensiunea de -5V necesară amplificatorului EEG cu ajutorul convertorului CC-CC cu capacități comutate construit în jurul integratului ICL7662.

Filtrul numeric pentru separarea undelor alfa este implementat în modul prezentat în continuare. Banda de frecvență corespunzătoare undelor alfa se consideră 8÷13 Hz. Pentru implementare s-a ales un algoritm de filtru IIR de tip Butterworth trece bandă de ordinul 2 cu frecvența cotului inferior de 8 Hz și frecvența cotului superior de 13 Hz. Rata de eșantionare adoptată este de 300 eșantioane per secundă. Codul în limbaj "C" este prezentat în continuare:

```
#define ZEROURI 4
#define POLI 4
#define CASTIG 3.920376620e+002
static float xv[ZEROURI+1], yv[POLI+1];
static void buclafiltru()
{ for (;;)
  { xv[0] = xv[1]; xv[1] = xv[2]; xv[2] = xv[3]; xv[3] = xv[4];
    xv[4] = 'urmatoarea valoare' / GAIN;
    yv[0] = yv[1]; yv[1] = yv[2]; yv[2] = yv[3]; yv[3] = yv[4];
    yv[4] = (xv[0] + xv[4]) - 2 * xv[2]
            + (-0.8623486260 * yv[0]) + ( 3.4954922088 * yv[1])
            + (-5.3995985294 * yv[2]) + ( 3.7645334869 * yv[3]);
    'urmatorul rezultat' = yv[4];
  }
}
```

Răspunsul în fază și frecvență se prezintă în figura 5. Pe axa x este reprezentată frecvența, în fracțiuni ale frecvenței de eșantionare (300 Hz). Pe axa y sunt reprezentate câștigul și faza semnalului.

## REVENDICARE

Dispozitiv electronic pentru măsurarea și afișarea semnalelor electrice cerebrale cu filtrare numerică **caracterizat prin aceea că** are în componență un preamplificator EEG (9), un amplificator EEG (8), un microcontroler (1) cu ajutorul căruia sunt implementate filtrele numerice, un afișaj (2), un bloc cu diode luminescente (3), o tastatură cu 6 butoane (4), un codificator numeric (5), un amplificator audio (7), un difuzor (6) , un stabilizator în comutație (11), un stabilizator liniar (10).

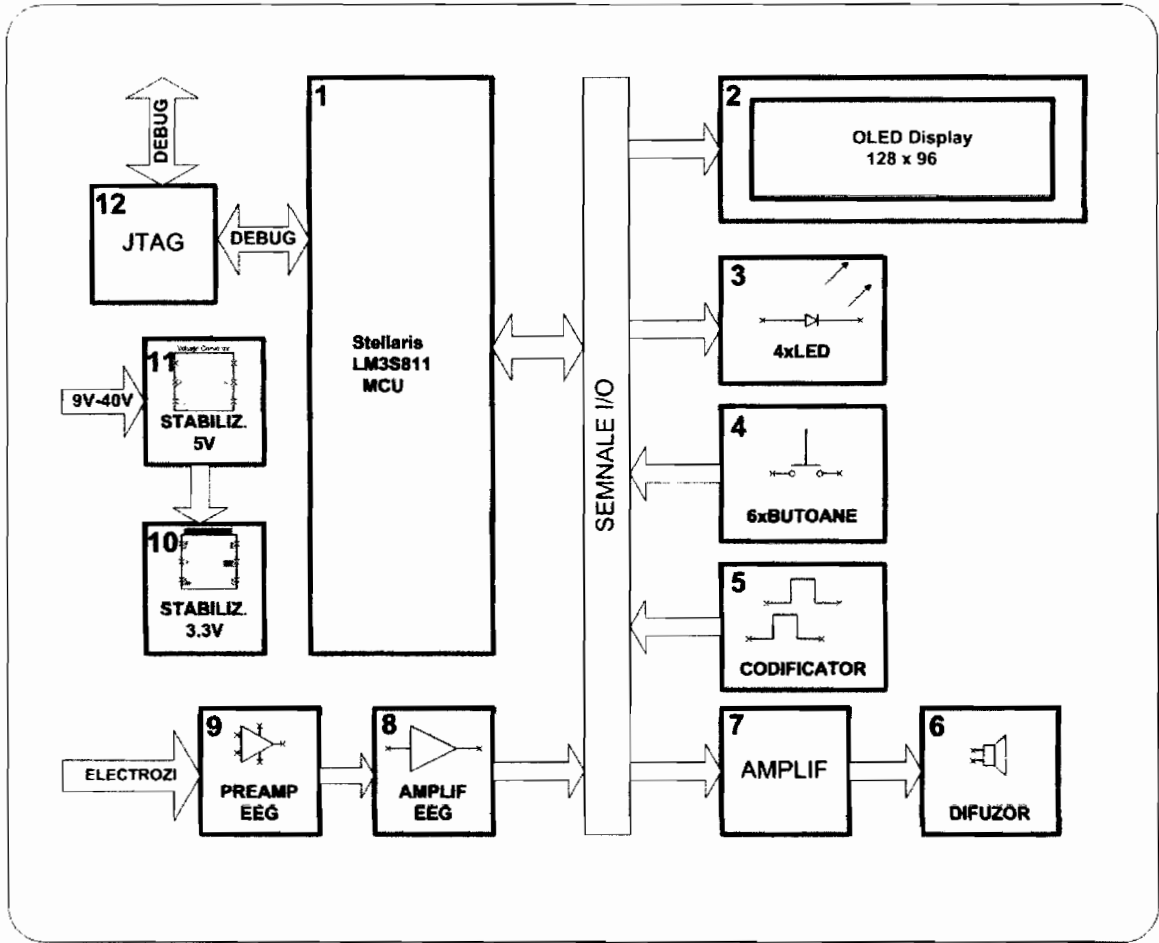


Fig.1





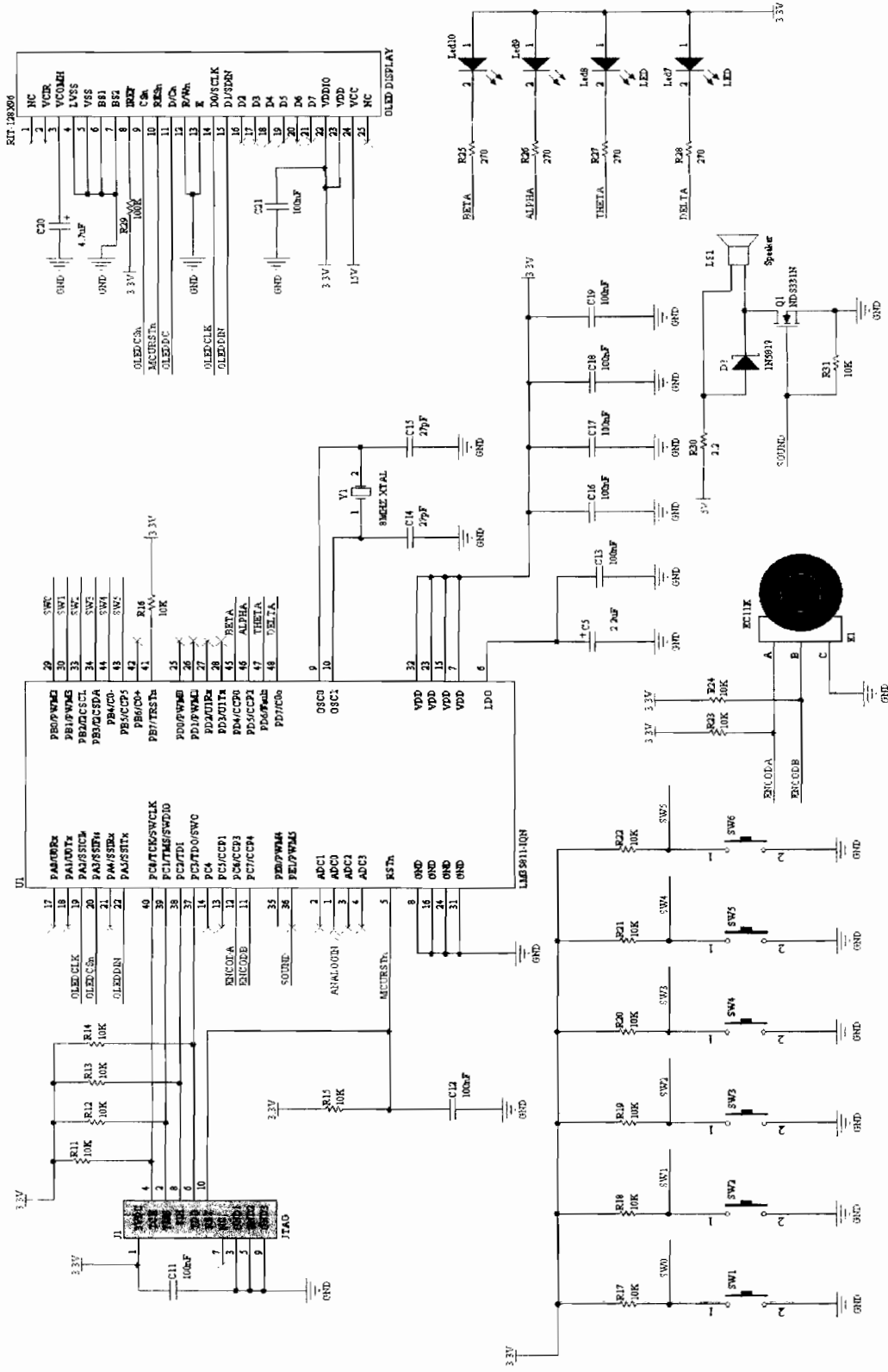


Fig. 3

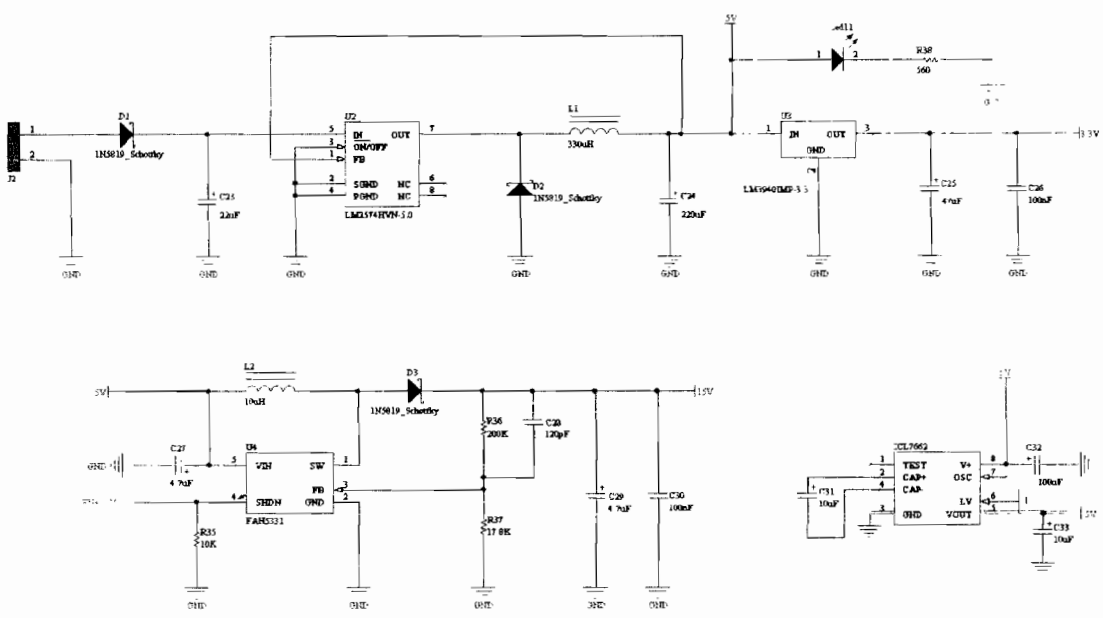


Fig. 4

a-2010-00421--  
11-05-2010

24

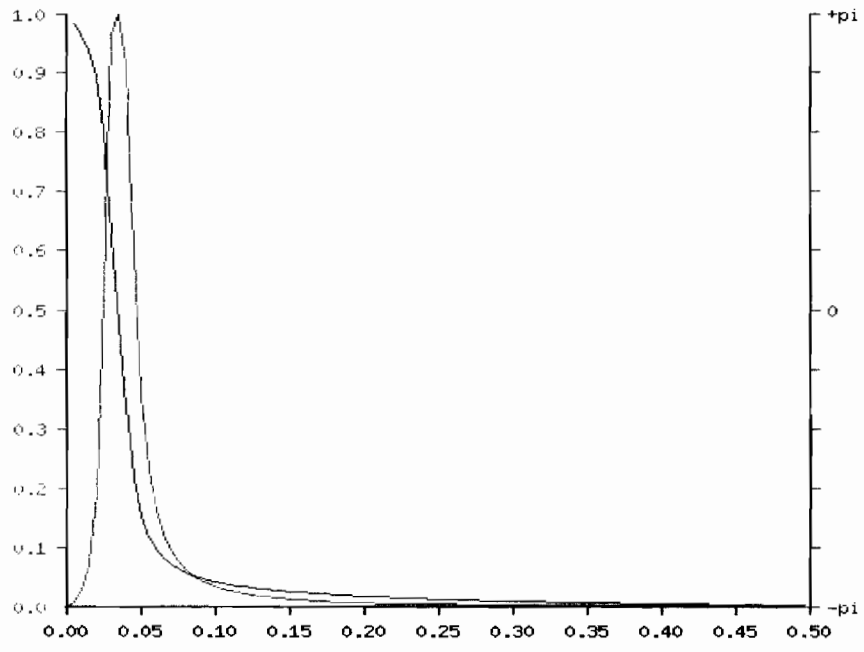


Fig. 5