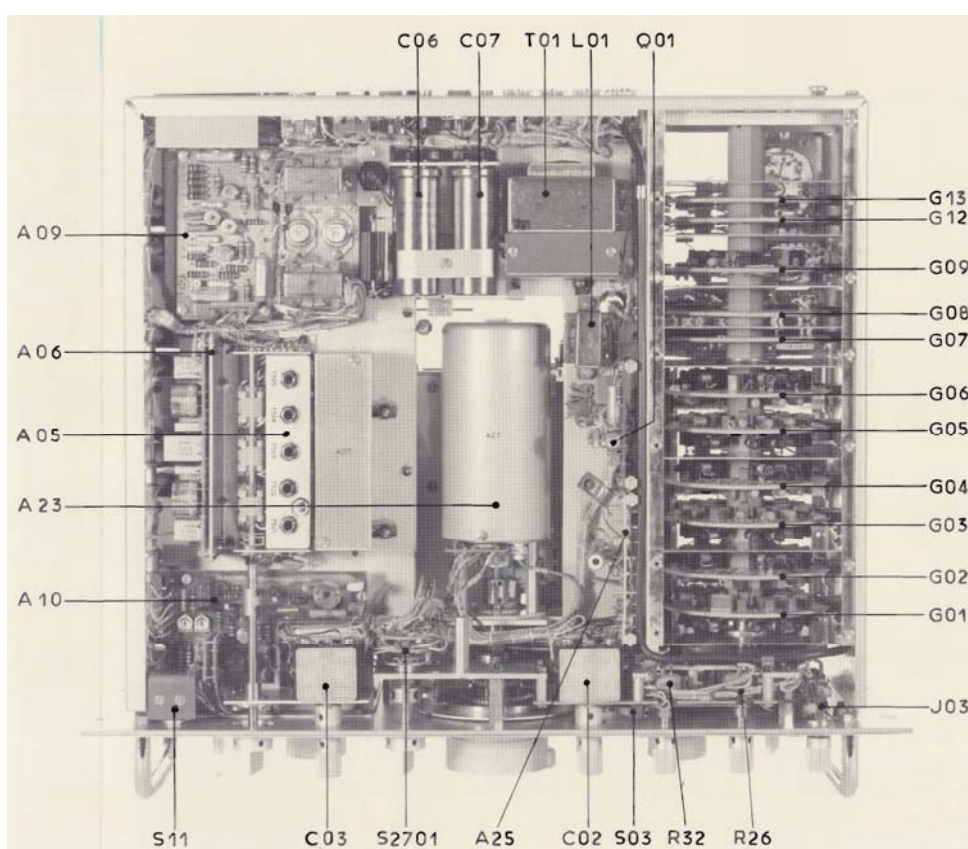


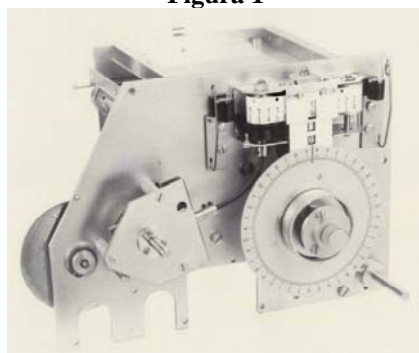
## Echipamente Radio Definite prin Program si Virtuale

### Module radio analogice

Modulele analogice de radiofrecvență nu lipsesc din structura nici unui echipament radio definit prin program sau virtual, însă au înregistrat și ele un avans tehnologic considerabil în raport cu soluțiile electrice și mecanice aplicate în perioada de glorie a echipamentelor tranzistorizate, între anii ‘70 și ‘85. Figura 1 redă interiorul unui receptor de trafic pentru unde scurte la care circuitul de intrare dublu acordat prin inductanțe variabile (inclusiv la oscilator pentru a înlătura efectele contactelor imperfecte ale condensatoarelor variabile) era modificat în fiecare interval de frecvență de 1 MHz, iar figura 2 arată în detaliu ansamblul mecanic de indicare a frecvenței de acord.



**Figura 1**



**Figura 2**

## Echipamente Radio Definite prin Program si Virtuale

Blocul de radiofrecvență ideal pentru un echipament radio definit-prin-program ar trebui să încorporeze (simultan) flexibilitate totală în alegere amplificări de putere, a gamelor de frecvențe, a benzilor de trecere și a frecvențelor lor centrale, a sensibilității și a gamei dinamice. În practică însă, flexibilitatea fizică în sens strict este inaccesibilă (tehnologic și prin preț) și prin urmare trebuie făcute unele compromisuri care să țin seama de destinația finală a echipamentului (comercială, militară, ...), iar unele imperfecțiuni ale subansamblelor de radiofrecvență să fie compensate (măcar parțial) prin prelucrările numerice.

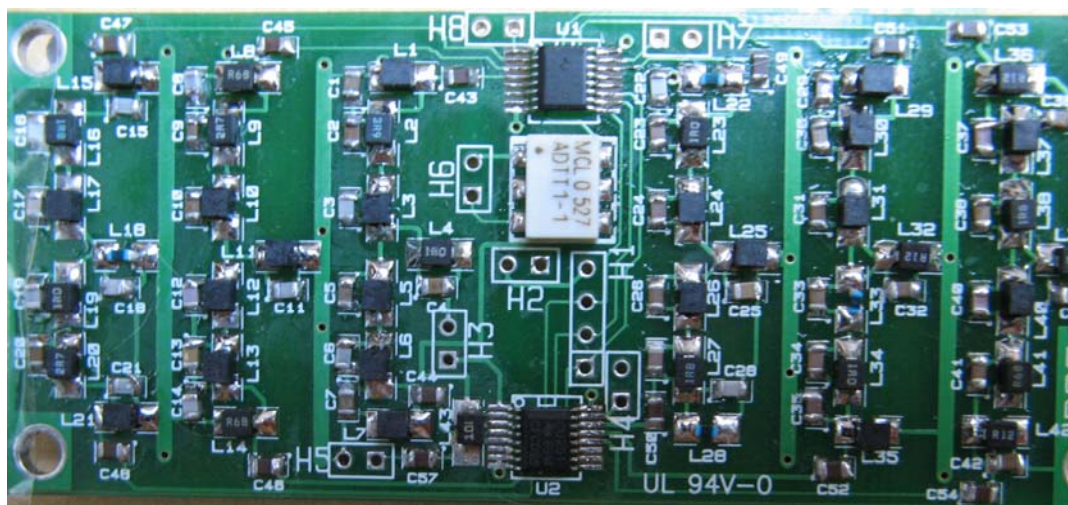
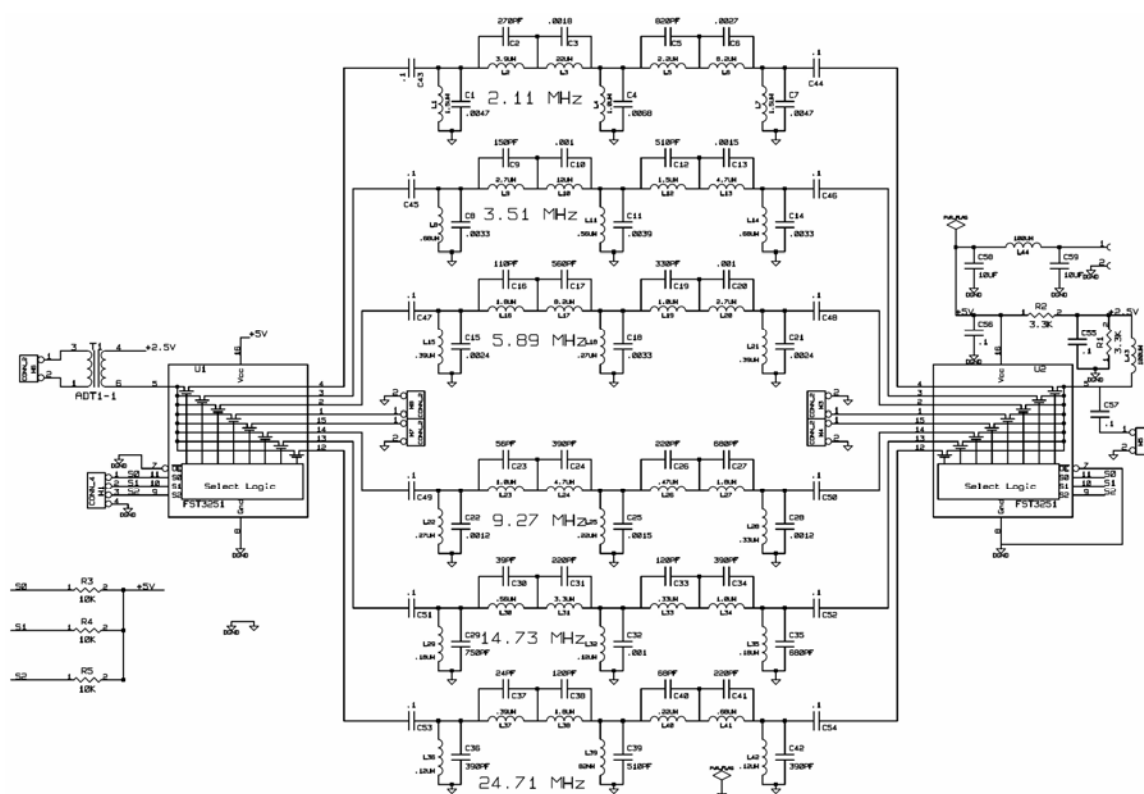
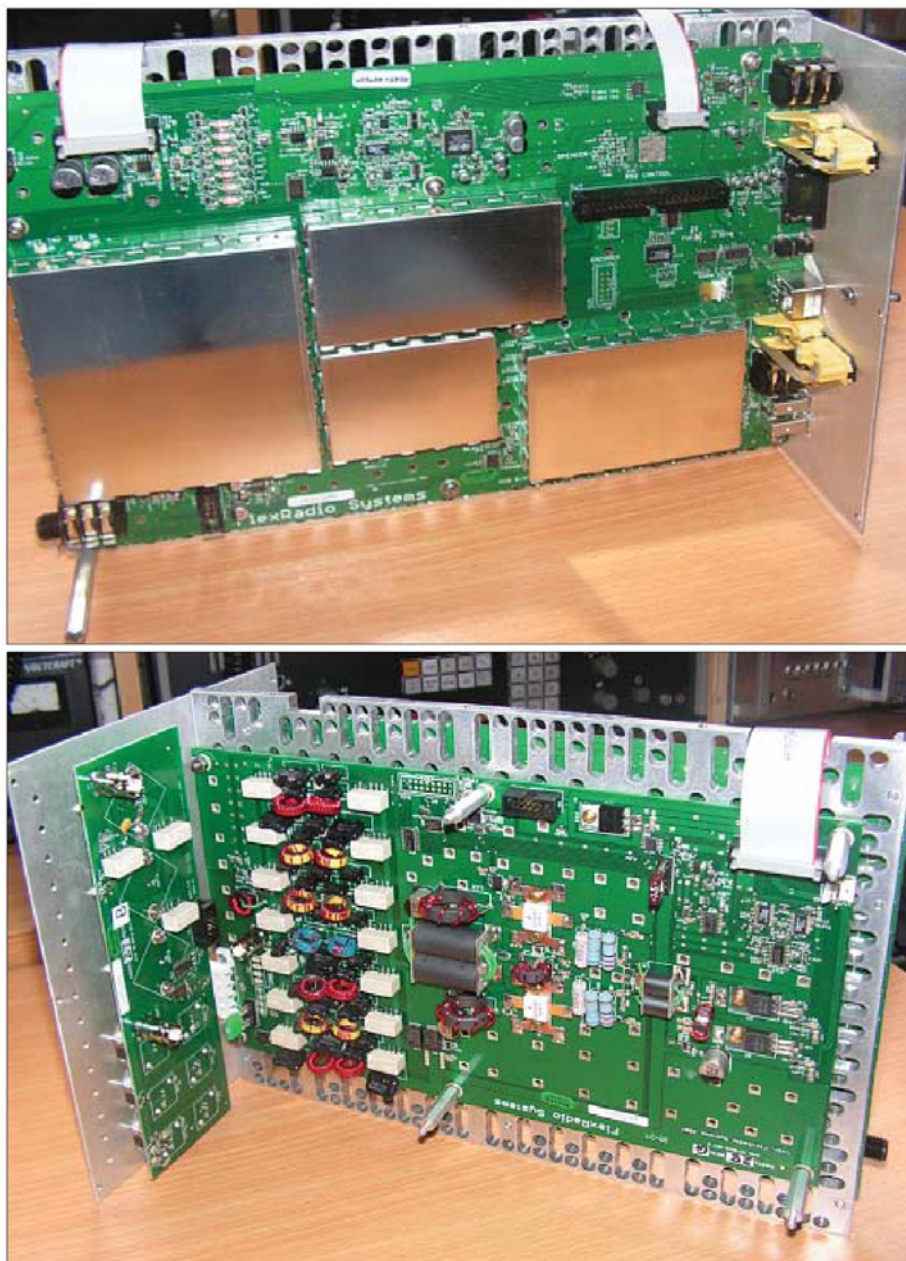


Figura 3 – [9]

### **Echipamente Radio Definite prin Program si Virtuale**

Figura 3 arată tendința actuală de realizare a funcției de prefiltrare a semnalelor de radiofrecvență prin intermediul unui grup de filtre trece-bandă fără elemente LC variabile sau semireglabile, selectate prin comutatoare CMOS. Aceeași soluție este folosită și în cazul emițătoarelor, cu diferența că releele mecanice iau locul comutatoarelor statice dacă sînt implicate puteri mari de radiofrecvență, așa cum se arată în figura 4 în cazul unui emițător-receptor pentru întreaga gamă de unde scurte cu putere de ieșire 100 W.



**Figura 4 – [8]**

Un modul foarte important este cel de mixare, prezent în toate echipamentele care nu fac conversia directă analog-numerică sau numeric- analogică a semnalelor radio. Așa cum se

## Echipamente Radio Definite prin Program si Virtuale

arată în figura 5, acesta a fost trecut în general din forma discretă în forma compact hibridă de bandă largă și foarte largă. În echipamentele destinate emisiunilor de bandă îngustă și benzilor instantanee de radiofrecvență de ordinul zecilor sau cel mult sutelor de kHz se utilizează cu succes (liniaritate foarte bună la semnale radio de nivel mare) mixere în comutație în cuadratură avînd la bază soluția patentată din figura 6 ([10]).

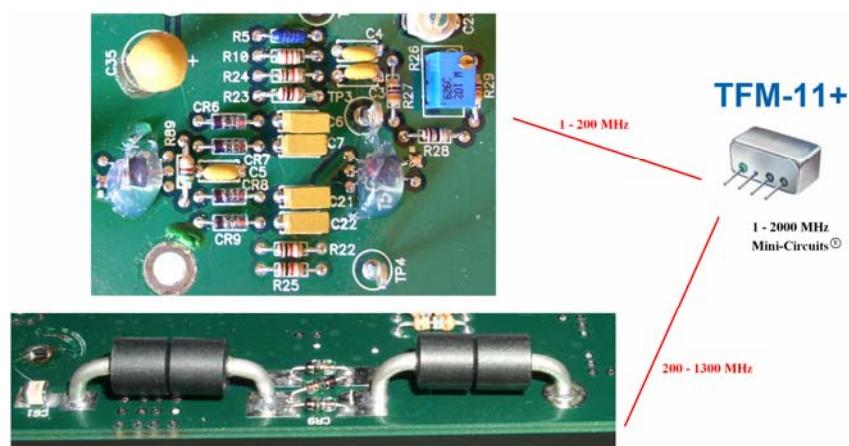
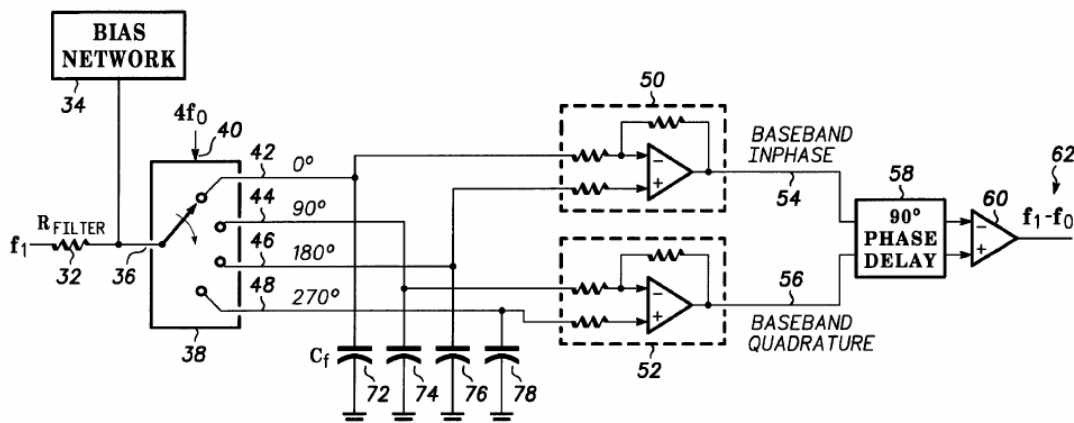


Figura 5



30 FIG. 3

Figura 6 – [10]

Cea mai recentă tendință tehnologică înregistrată de partea analogică a echipamentelor radio definite prin program sau virtuale constă în apariția dispozitivelor MEMS (eng. Micro-Electro-Mechanical Systems). În figura 7 se prezintă, ca exemplu, o schemă bloc de radiofrecvență foarte flexibilă, bazată pe dispozitive MEMS detaliate în figurile 8, 9 și 10.

## Echipamente Radio Definite prin Program si Virtuale

Astfel, utilizând tehnologii de microfabricație, multe dispozitive mecanice ultra miniaturizate cum ar fi comutatoare de bandă largă și pierderi de inserție mici, capacitoare și inductoare variabile, circuite rezonante cu factor de calitate ridicat, antene reconfigurabile și circuite de adaptare planare, pot fi integrate mono-cip.

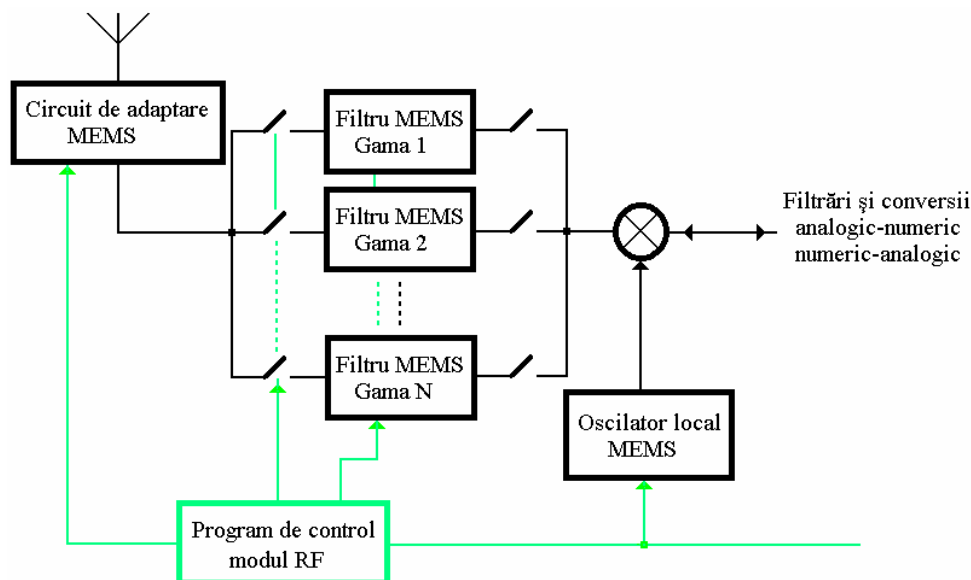


Figura 7

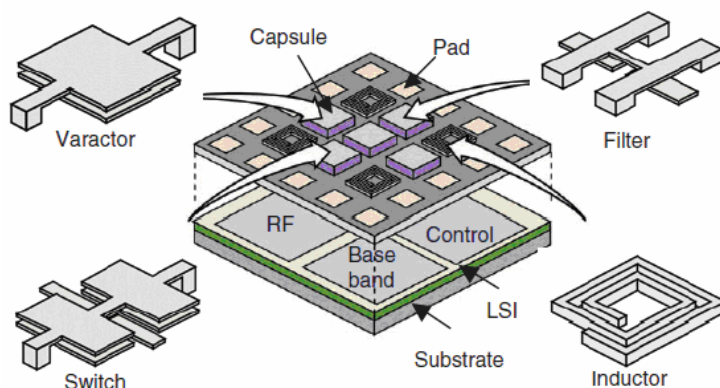
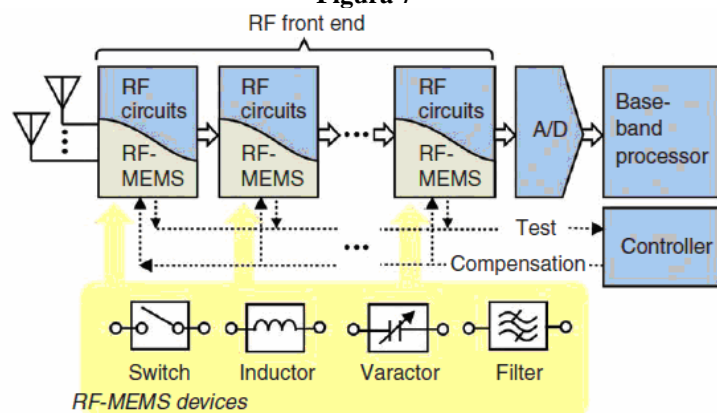


Figura 8 – [2]

## Echipamente Radio Definite prin Program si Virtuale

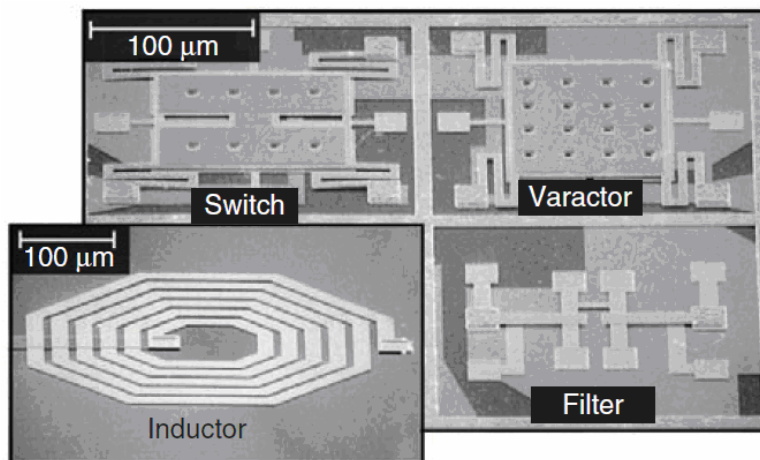
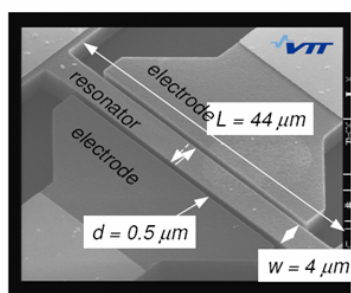
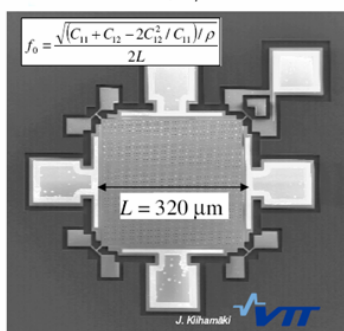


Figura 9 – [2]


 $Q \sim 1\,000 @ f_r \sim 13\text{ MHz}$ 
SEM image of prototype resonator fabricated of SOI wafer ( $f_r \sim 13\text{ MHz}$ ).

$$f_0 = \frac{v_s}{\lambda} = \frac{v_s}{2L}$$

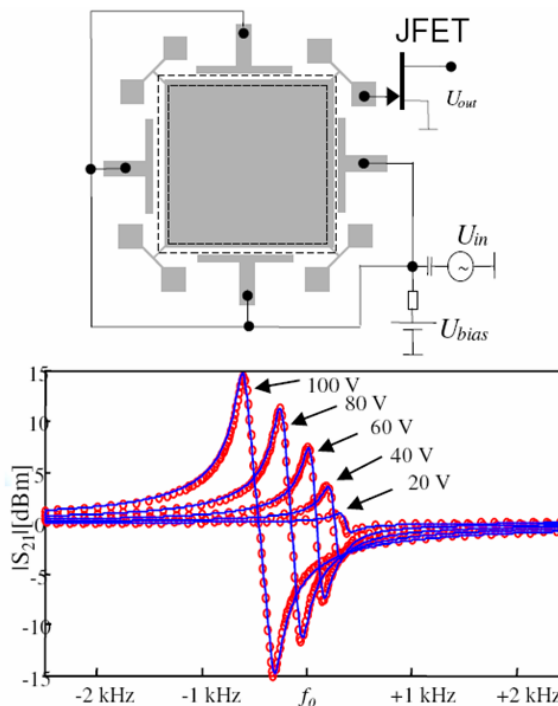

 $f_0 = 13.1\text{ MHz}$   
 $Q = 130\,000 (!)$ 

Figura 10 – [7]

## BIBLIOGRAFIE

- [1] – Clark T.-C. Nguyen, “MEMS Technology for Timing and Frequency Control”, IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 54, no. 2, Feb. 2007

## **Echipamente Radio Definite prin Program si Virtuale**

- [2] – Kei Kuwabara, Norio Sato ș.a., “*Integrated RF-MEMS Technology for Reconfigurable RF Transceivers*”, NTT Technical Review, vol. 5, Oct. 2007
- [3] – I. Zine-El-Abidine, M. Okoniewski, J.G. McRory, “*A MEMS Tunable Inductor*”, NSTI-Nanotech 2004, ISBN 0-9728422-7-6, 2004
- [4] – Hsiao-Chin Chen ș.a., “*A Low-Power Low-Phase-Noise LC VCO with MEMS Cu Inductors*”, IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 15, no. 6, 2005
- [5] – Sheng-Hsiang Tseng, Ying-Jui Hung, ș.a., “*A 5.8-GHz VCO with CMOS-compatible MEMS inductors*”, Sensors and Actuators A 139 (2007) 187–193
- [6] – Umut Arslan, “*CMOS-MEMS Downconversion Mixer-Filters*”, Master of Science Thesis, Department of Electrical & Computer Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburg, Pennsylvania USA
- [7] – Jyrki Kiihamäki, “*Fabrication of SOI Micromechanical Devices*”, Dissertation for the degree of Doctor of Science in Technology, Helsinki University of Technology, 2005
- [8] – Klaus Lohmann, “*Softwaredefiniertes Transceiver für den Amateurfunk: FLEX-5000A*”, Funk Amateur, 3/2008
- [9] – Rick Meyer, Dave Brainerd, ș.a., “*Software Defined Radio Project: Building and Using the WB6DHW AD995x DDS/QSD Board and Companion Band Pass Filter Board*”, 2008
- [10] – Daniel Richard Tayloe, “*Product Detector and Method Therefor*”, Patent no: US 6,230,000 B1, 2001

