

Capitolul 4

Aplicații în domeniul achiziției semnalelor

Adaptor pentru puntea tensometrică

Mărimi neelectrice:

- alungirea relativă
- deplasarea

Măsurare indirectă: forță, presiune, cuplu, accelerație

Senzori:

- set de mărci tensometrice, montate în punte
- set de rezistențe integrate pe chip, sensibile la deformare
- inductanță diferențială

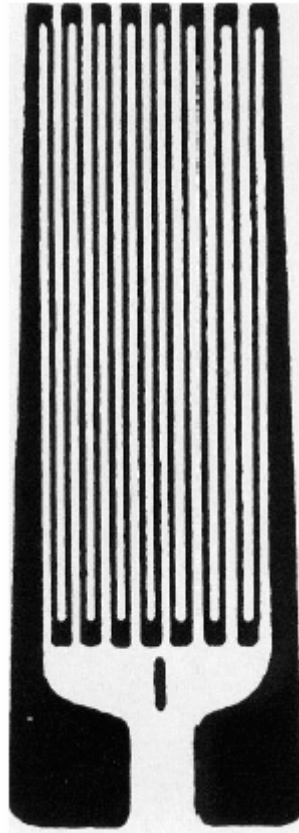
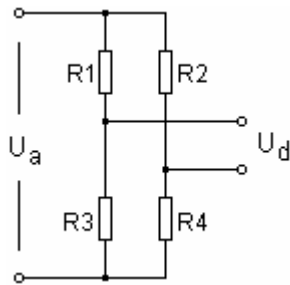


Figura 4.1: Puntea de mărci tensometrice

Puntea la echilibru

$$U_d = U_a \left(\frac{R_4}{R_2 + R_4} - \frac{R_3}{R_1 + R_3} \right) = U_a \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_2 + R_4)(R_1 + R_3)} \quad (4.1)$$

$$R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3 \quad (4.2)$$

Sensibilitate la:

- Alungire (bR)
- Temperatură ($R\alpha\Delta t$)

Semnal foarte slab

Numărul de mărci necesare pentru a evita efectul temperaturii?

1. O singură marcă (+ 3 rezistoare)

$$U_d = U_a \frac{R_4(bR_1 + R_1a\Delta t)}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)} = U_a \frac{R_1R_4(b + a\Delta t)}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}$$

Sensibilitatea la deformare este proporțională cu U_a și cu raportul $\frac{R_1R_4}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)} = \frac{R_1R_3}{(R_1 + R_3)^2}$.

Raport maxim dacă $R_1 = R_3$ și $R_2 = R_4$ (problemă elementară de extrem).

Pentru mărci identice:

$$U_d = U_a \frac{b + a\Delta t}{4} \quad (4.4)$$

2. Două mărci, conectate în brațe alăturate, care variază în sensuri opuse (R_1 și R_2 din figura 4.2).

$$U_d = U_a \frac{R_4(bR_1 + R_1a\Delta t) - R_3(-bR_2 + R_2a\Delta t)}{4R^2} = U_a \frac{b}{2} \quad (4.5)$$

3. Două mărci, conectate în brațe opuse, care variază în același sens (R_1 și R_4 din figura 4.2). Aproximativ:

$$U_d = U_a \frac{b + a\Delta t}{2}; \quad (4.6)$$

4. Patru mărci (atenție la sensul de variație, figura 4.2). Exact:

$$U_d = U_a b. \quad (4.7)$$

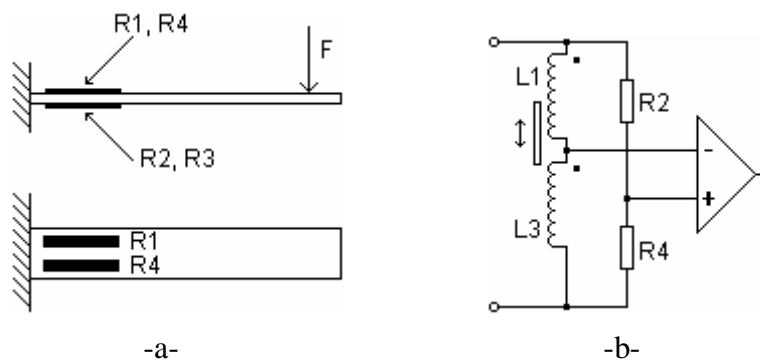


Figura 4.2: Montarea punții de patru mărci și conectarea senzorului inductiv

- sursă de alimentare stabilizată
- tensiune de alimentare mare sau mică (încălzirea mărcilor)? 8V, 50 mV.
- sensibilitatea este maximă pentru 4 rezistențe egale, montate în punte;
- schema cu două mărci conectate în brațe opuse este afectată de variația temperaturii;
- senzori integrați numai în c.c.
- inductanță numai în c.a.

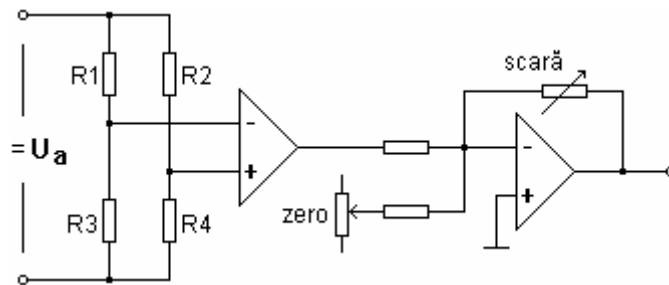


Figura 4.3: Schemă de măsurare în curent continuu

Simplă, imună la zgomot, neinfluențată de cablu
problema derivei

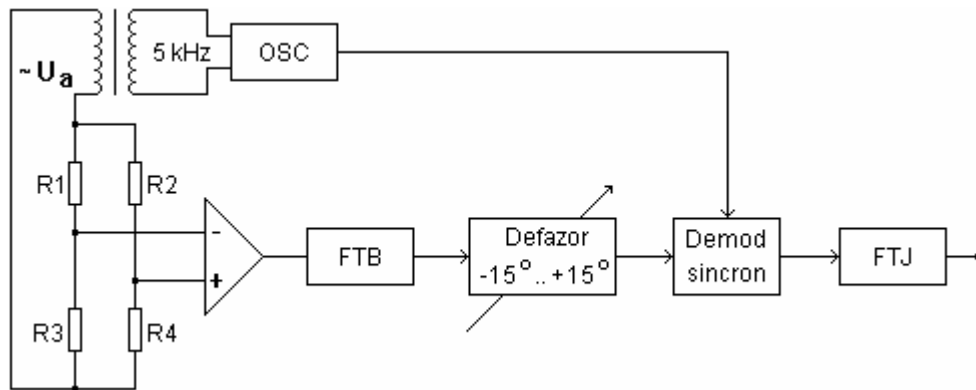


Figura 4.4: Schemă de măsurare în curent alternativ

Absența derivei
Defazajul, poziția cablului, perturbații, neliniaritate, complicată

Demodularea sincronă (ipoteza că defazajul 0-180):

Înmulțire valoare cu valoare

$$u(t) = A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + \dots \quad (4.8)$$

$$u_o(t) = u(t) \cdot \sin \omega t = \sin \omega t \cdot (A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + \dots) \quad (4.9)$$

Semnalul de ieșire filtrat FTJ este independent de armonicile superioare

Înmulțire valoare cu semn

$$u(t) = A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + \dots \quad (4.8)$$

$$u_o(t) = [\text{sign}(\sin \omega t)] \cdot (A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + \dots) \quad (4.10)$$

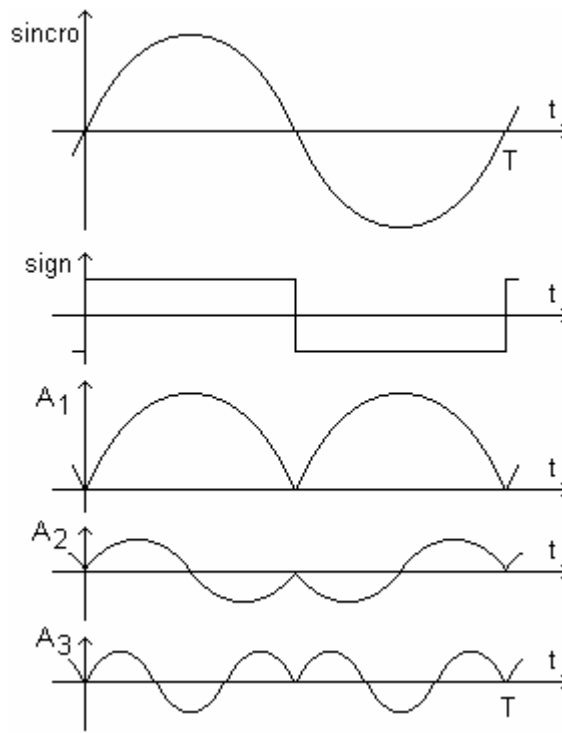


Figura 4.5: Înmulțirea componentelor semnalului punții cu semnul semnalului de sincronizare

Tabelul 4.1

Armonica	0	1	2	3	4	5
Ponderea armonice	0	$2/p$	0	$2/3p$	0	$2/5p$

Semnalul de ieșire afectat de armonice
 Semnalul de intrare trebuie filtrat FTB

Necesitatea filtrului de defazare (contribuția elementelor reactive)
 Alegerea frecvenței filtrului FTJ
 Alegerea frecvenței oscilatorului, în raport cu banda dorită a traductorului

Senzor de presiune (Freescale, Siemens)

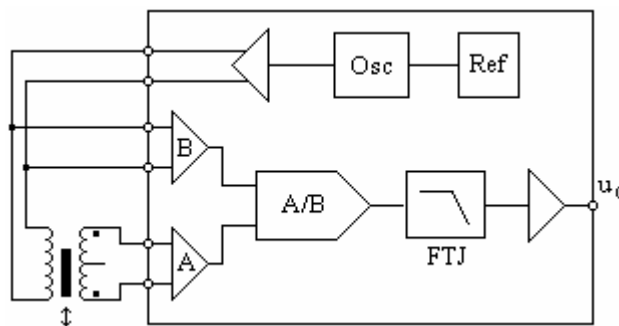


Figura 4.6: Măsurare cu traductor inductiv diferențial

AD698 (AD)

Adaptor pentru traductor de poziție incremental

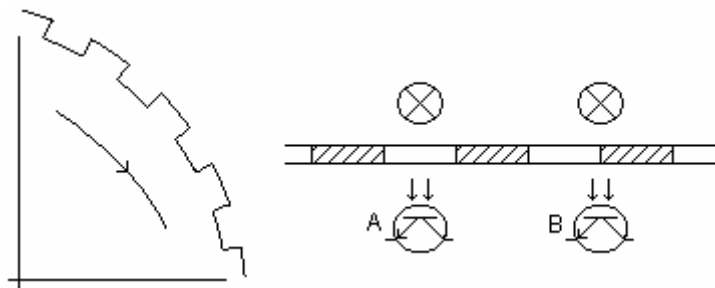


Figura 4.7: Modelul mecanic al discului rotativ, generator de impulsuri

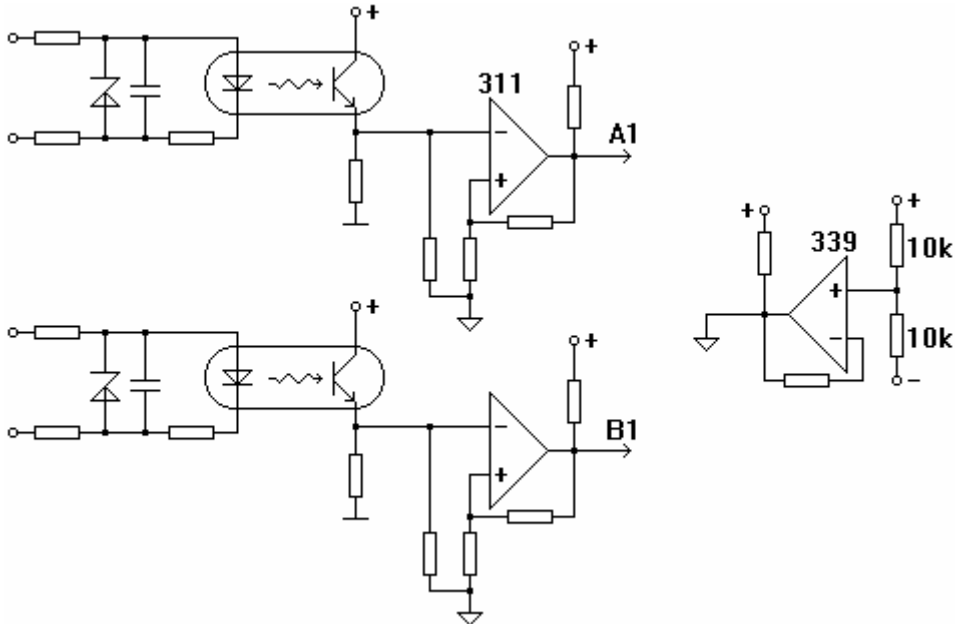


Figura 4.8: Circuitul de intrare, cu izolare galvanică și comparator cu histerezis

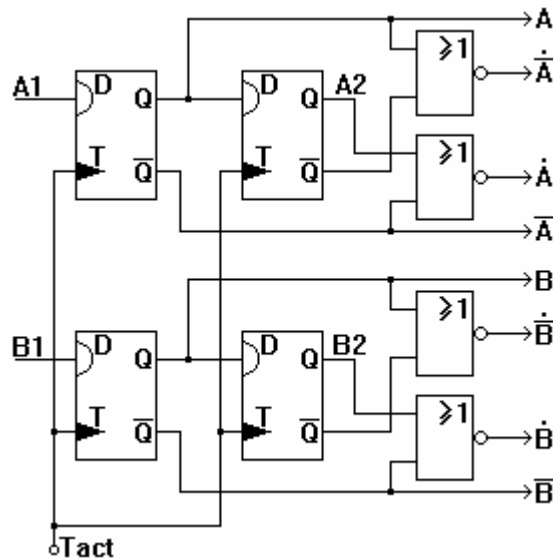


Figura 4.9: Circuitul de sincronizare și detectare a fronturilor

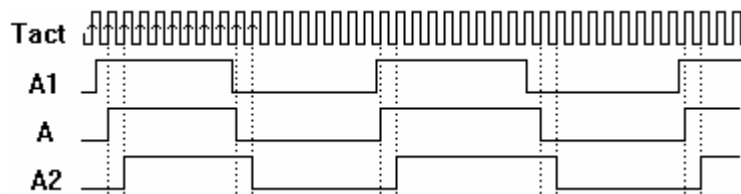


Figura 4.10: Sincronizarea canalului A cu semnalul de tact și semnalul întârziat, A₂

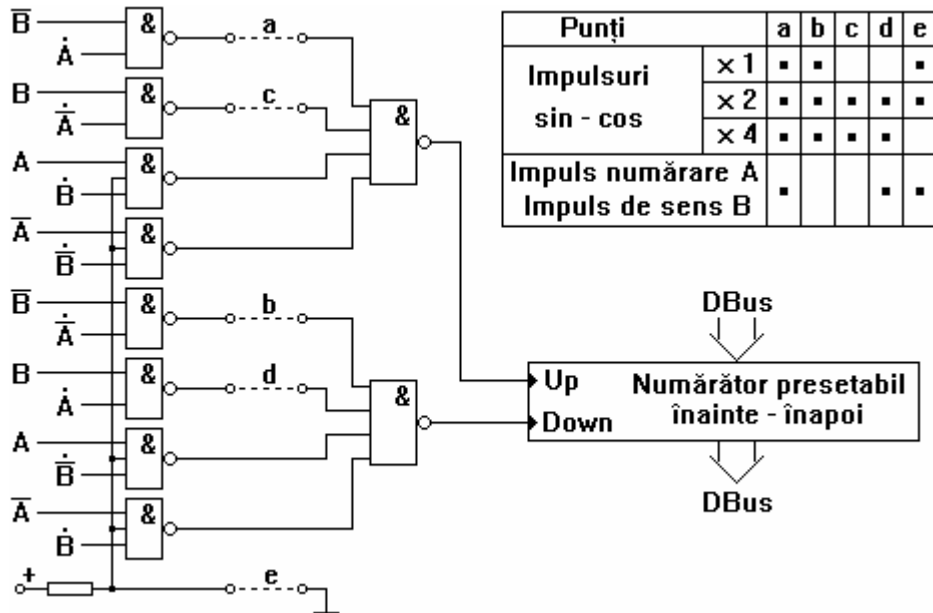


Figura 4.11: Circuitul de selecție a impulsurilor pentru numărare

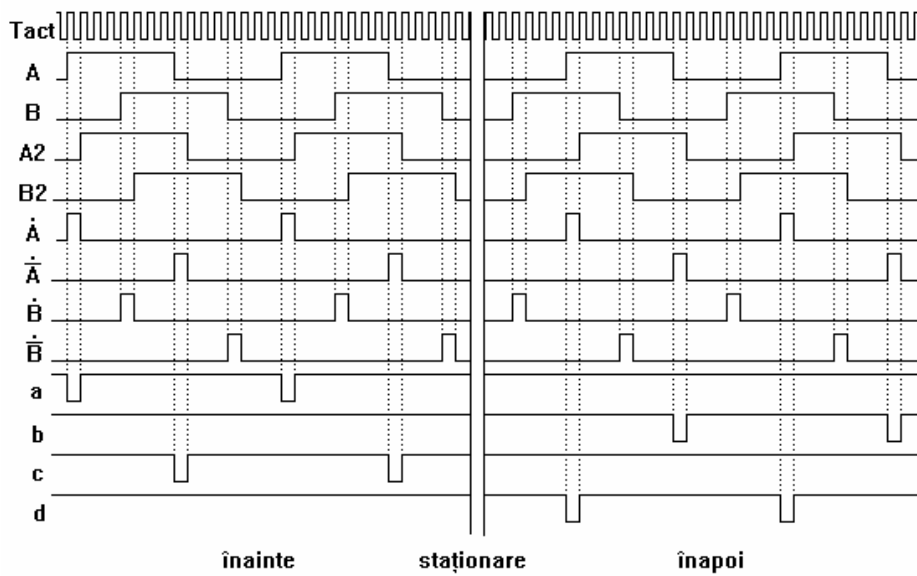


Figura 4.12: Diagramele semnalelor care detectează fronturile lui A și B

- Evitarea erorii la schimbarea sensului
- Frecvența minimă de tact
- Inițializarea
- Fante optice (rezoluție mare)

Adaptoare pentru termorezistență și termocuplu

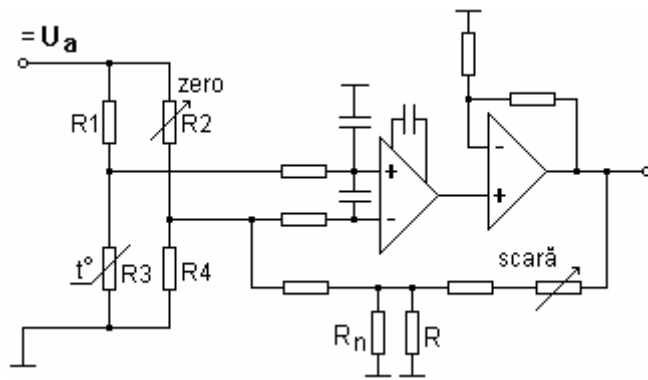


Figura 4.13: Adaptor pentru termorezistență

Liniaritatea
Stabilitatea
Banda

Plăci de achiziție de date

Intrări și ieșire de semnal unificat
Izolarea galvanică
Condiționarea semnalului
Accesul prin scrutare (polling)
Accesul prin întreruperi
Accesul prin DMA

Traductor de curent și de tensiune prin compensarea fluxului magnetic

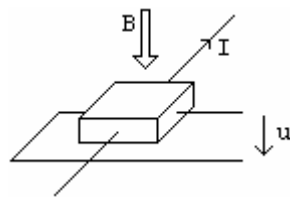


Figura 4.14: Senzor Hall

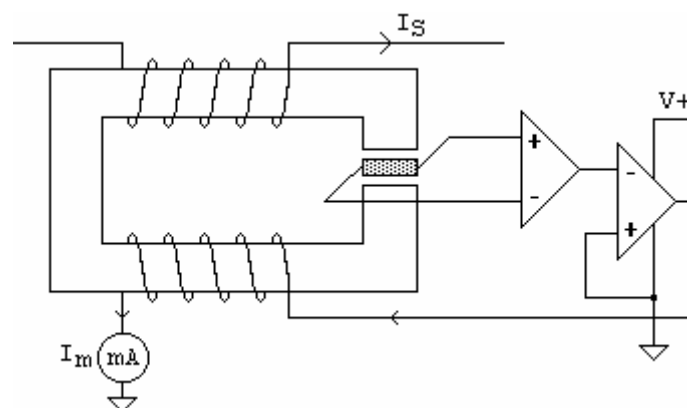


Figura 4.15: Traductor de curent cu senzor Hall

Exemple:

Tructoare de curent și de tensiune LEM, Honeywell (laborator)

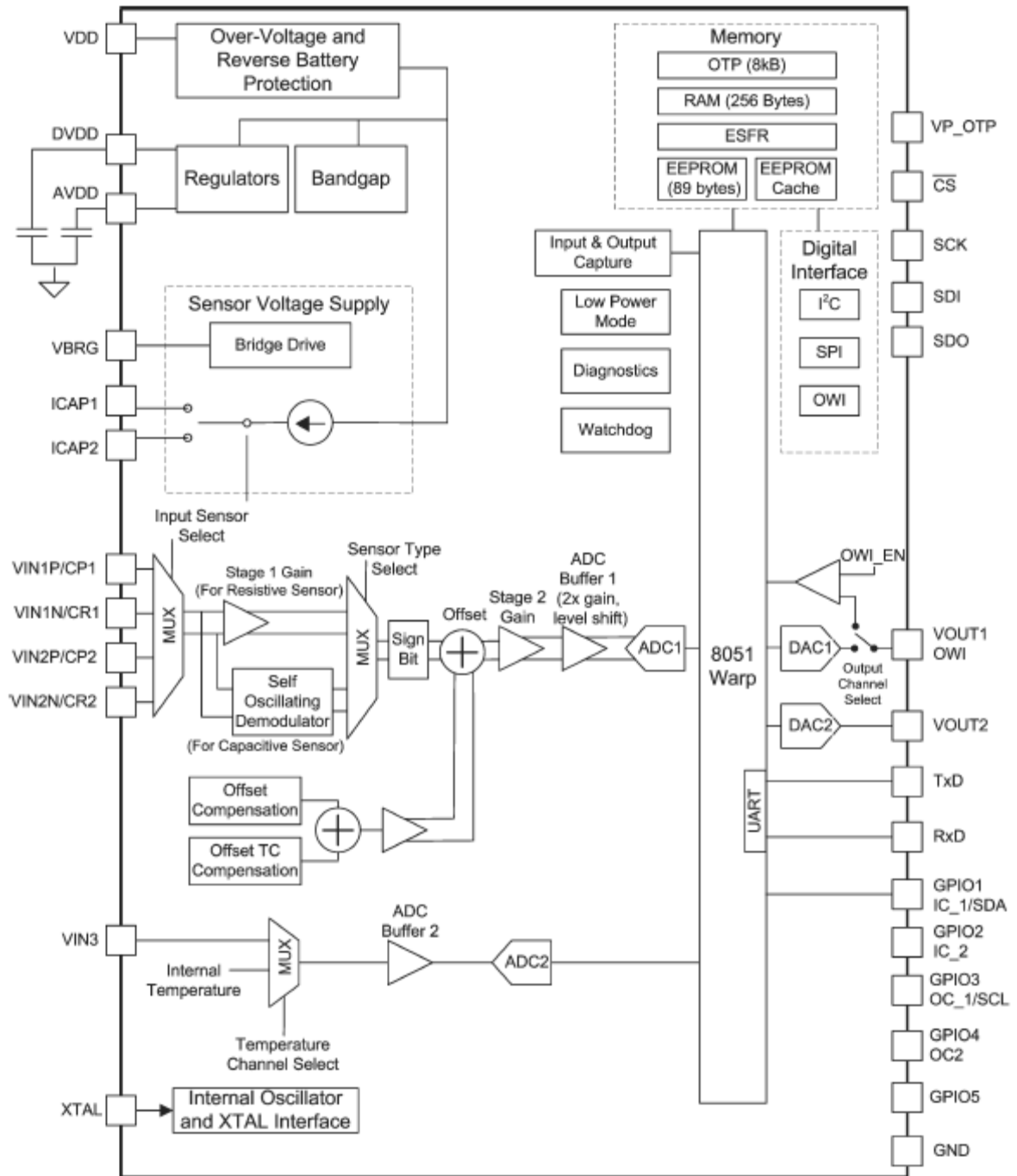
PGA400 (TI), condiționarea semnalului de la punte tensometrică/piezo/capacitiv + microcontroler

AD698 (AD), adaptor pentru semipunte sau traductor de poziție inductiv (LVDT)

Module adaptoare pentru termorezistență/termocuplu

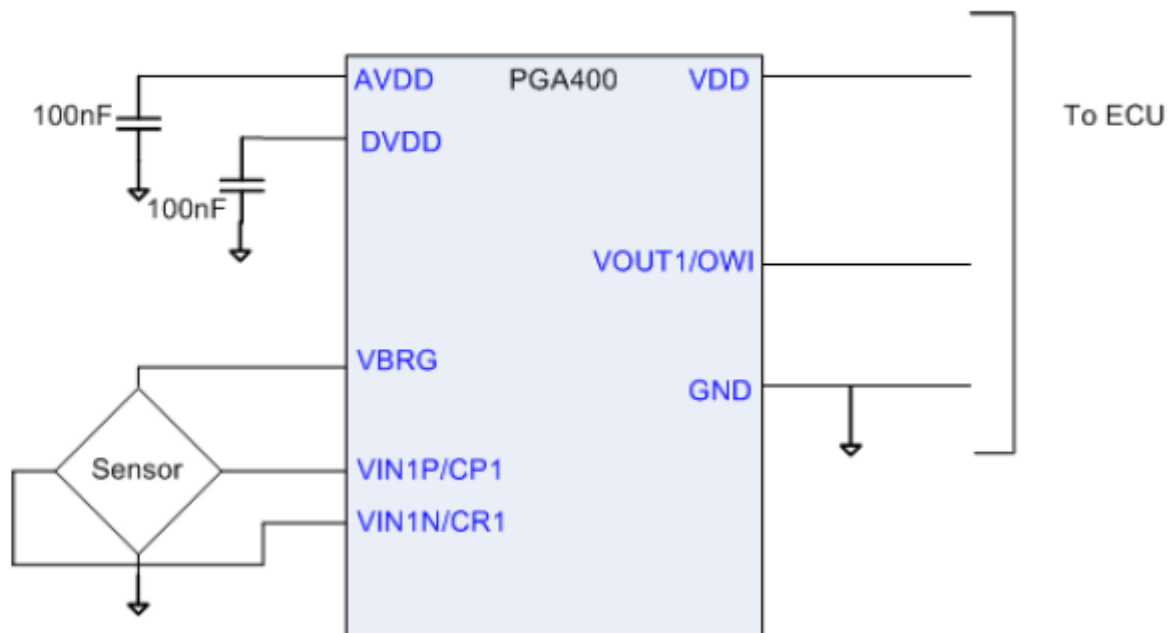
XTR117 (TI), emițător 4-20mA

INA193 (TI), măsurarea flotantă a curentului



Schema bloc a circuitului PGA400 (Texas Instruments)

7.1 Resistive Bridge Interface



Conectarea PGA400 pentru măsurare cu punte rezistivă

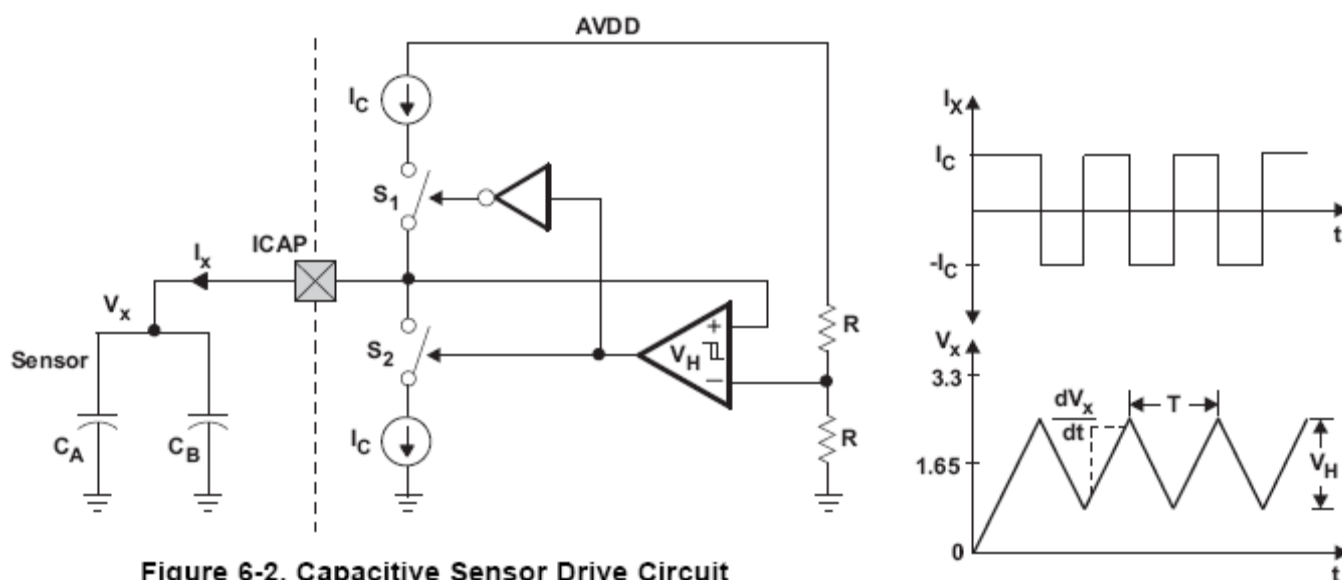
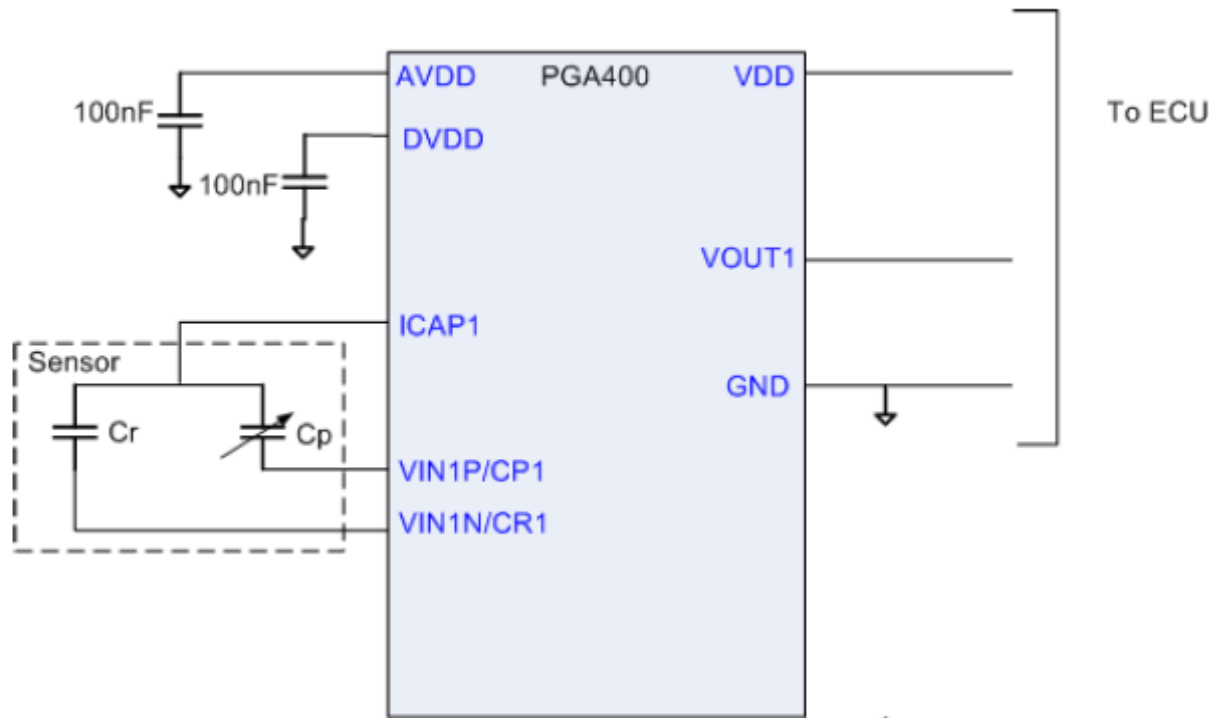


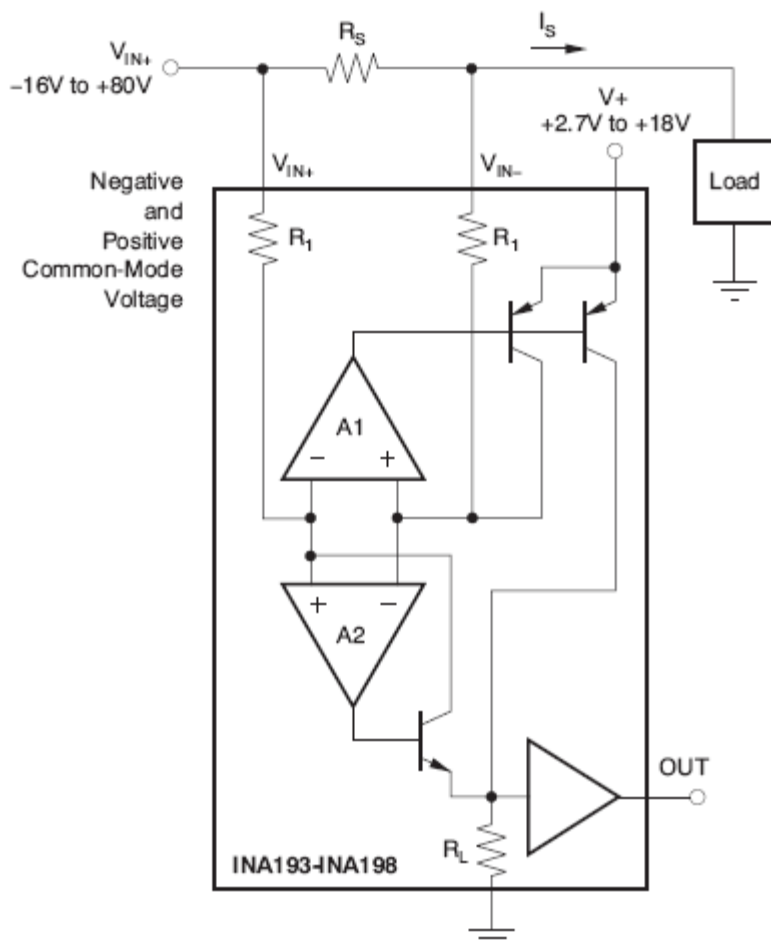
Figure 6-2. Capacitive Sensor Drive Circuit

Principiul măsurării cu senzori capacitivi, în PGA400

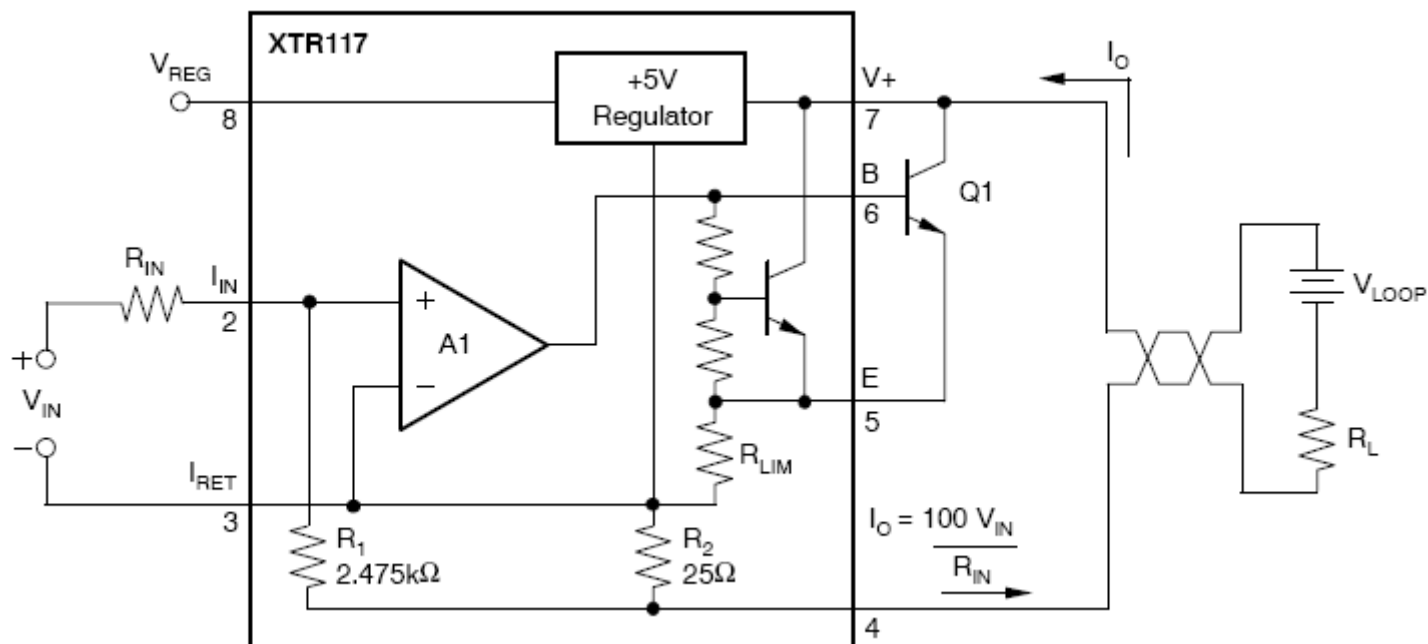
7.2 Capacitive Sensor Interface



Conectarea PGA400 pentru măsurare cu punte capacitivă



Schema bloc a circuitului de măsurare flotantă a curentului, INA193 (domeniul de mod comun admisibil este foarte larg: $-16V$ la $+80V$)



Schema bloc a circuitului de transmisie în curent XTR117 (convertor U/I, alimentat din sursa sarcinii, pe aceleași conductoare pe care este transmis semnalul în curent)

Senzori integrați

Senzori de temperatură

- cu ieșire analogică (LM335)
- cu ieșire digitală I2C (TCN75, TMP101), SPI

Senzori de umiditate

- cu ieșire digitală I2C + temperatură (SHT21)

Senzori de accelerație

- cu ieșire analogică (ADXL202)
- cu ieșire digitală I2C + SPI (MMA8652)

Senzori de presiune absolută și diferențială

- cu ieșire analogică (KPY16, MPX5700)
- cu ieșire digitală I2C + temperatură (MPL3115A2)

Senzori de câmp magnetic (continuu)

- cu ieșire digitală I2C (MAG3110)

Senzori de accelerație unghiulară

- cu ieșire digitală (FXAS21000 gyroscope)

Senzor de iluminare

- cu ieșire analogică (OPT101)

Senzor de curent flotant (de pe șunt)

- cu ieșire analogică (INA195)
- bidirecțional, cu ieșire digitală I2C (INA209)

Adaptoare integrate (front-end)

- temperatură

- pH (LMP91200)
- senzori ultrasonori (AFE5803)
- punte tensometrică
- LVDT