

## Аутоматизација производње

### *Сензори силе са материјалима који реагују на механичка напрезања*

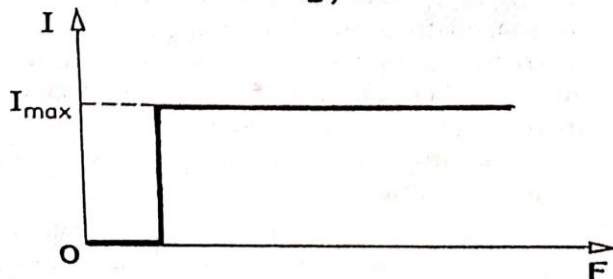
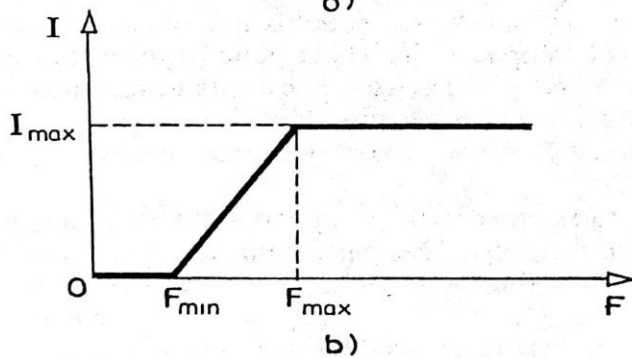
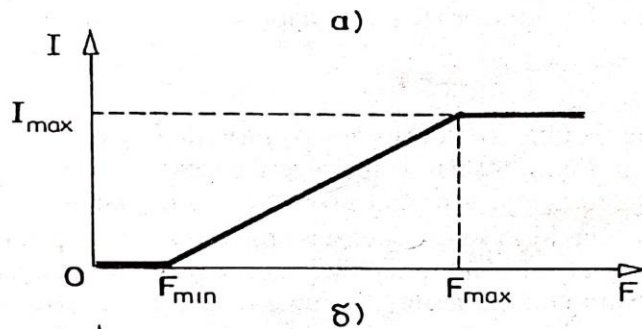
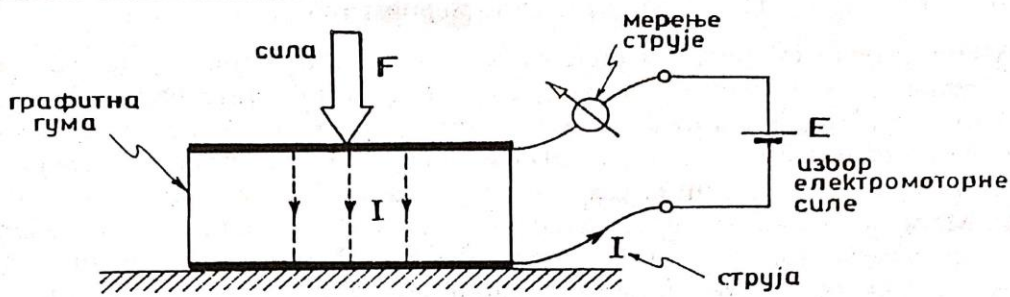
Материјали који под дјеловањем механичког напона и деформације мијењају физичке особине омогућавају директно мјерење силе. Најчешће се користе тзв. *пиезорезистивни материјали*, тј. материјали који мијењају специфичну електричну отпорност када су изложени механичком напону и деформацији.

Један од пиезорезистивних материјала је силицијум и он се користи за израду сензора који се називају полупроводничке мјерне траке.

Осим силицијума, који је природни материјал, постоје и други, вјештачки пиезорезистивни материјали. То су различити изолатори или слаби полупроводници којима се додају честице проводника. Користи се, на примјер, гума импрегнирана прахом графита. Пиезорезистивност се испољава на сљедећи начин: када се гума притисне, долази до угибања и зрнца графита се збијају једно уз друго, што изазива смањење електричне отпорности. Промјена отпорности зависи од деформације, па тако и од примјењене силе. Основни недостатак оваквог система је његова прилично „стрма“ карактеристика.

Ово ћемо објаснити уз помоћ слике 1. До одређене вриједности силе  $F$  (до тзв. прага  $F_{\min}$ ) графитна гума се понаша као изолатор па је струја која протиче једнака нули. Уколико је сила већа од прага, долази до изражаја пиезорезистивни ефекат, отпорност гуме опада и струја почиње да расте (на слици под б). Струја је утолико већа уколико је већа примјењена сила. Када сила пређе одређену вриједност  $F_{\max}$ , сензор улази у засићење. Тада је већ постигнута најмања могућа отпорност и највећа могућа струја ( $I_{\max}$ ). Даље повећање силе неће изазвати никакву промјену. Дакле, могуће је мјерити силе чије су вриједности између  $F_{\min}$  и  $F_{\max}$ . У неким случајевима карактеристика сензора је стрма (на слици под в). Тада је интервал сила које

се могу мјерити знатно сужен. Коначно код веома стрмих карактеристика биће  $F_{\min} = F_{\max}$  (на слици под г). Тада сензор при силама мањим од  $F_{\min}$  нема струју  $I = 0$ , а при силама већим од  $F_{\min} = F_{\max}$  одмах постиже засићење и даје максималну струју. Дакле, добија се бинарни сензор додира, при чему под додиром подразумејемо силу већу од прага.



Слика 1.-Сензор силе са графитном гумом

Излаз сензора може бити струја  $I$ , а могуће је превођење струје у напон (коришћењем једног отпорника), чиме се добија напонски излаз.

Специфичну групу сензора силе чине сензори засновани на коришћењу *пиезоелектричног ефекта*, који означава појаву да одређени материјали, када се изложе дјеловању силе и деформацији, производе на крајевима потенцијалну разлику-електрични напон. Мјерењем овог напона можемо одредити и силу. Овакви материјали се користе за мјерње промјене силе. То је због тога што се добијени напон релативно брзо смањује и коначно нестаје. На примјер, ако сензор оптеретимо силом  $F$ , на његовим крајевима ће се појавити напон  $U$ , који ће затим опадати до нуле иако сила још увијек дјелује. Ако сада укинемо силу, сензор ће на ову промјену реаговати стварајући напон  $U$ . Тако детектујемо промјену силе  $F$  (укидање силе). Због оваквих карактеристика пиезоелектрични сензори користе се углавном за различита динамичка мјерења (краткотрајне ударне силе и слично).

Сви описани сензори дају аналогну информацију о мјереној сили. Уколико ће се информација користити у неком управљачком рачунару, напонски излаз сензора треба послати у А/D конвертор, па онда увести у рачунар.