به نام الله

دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی مکانیک

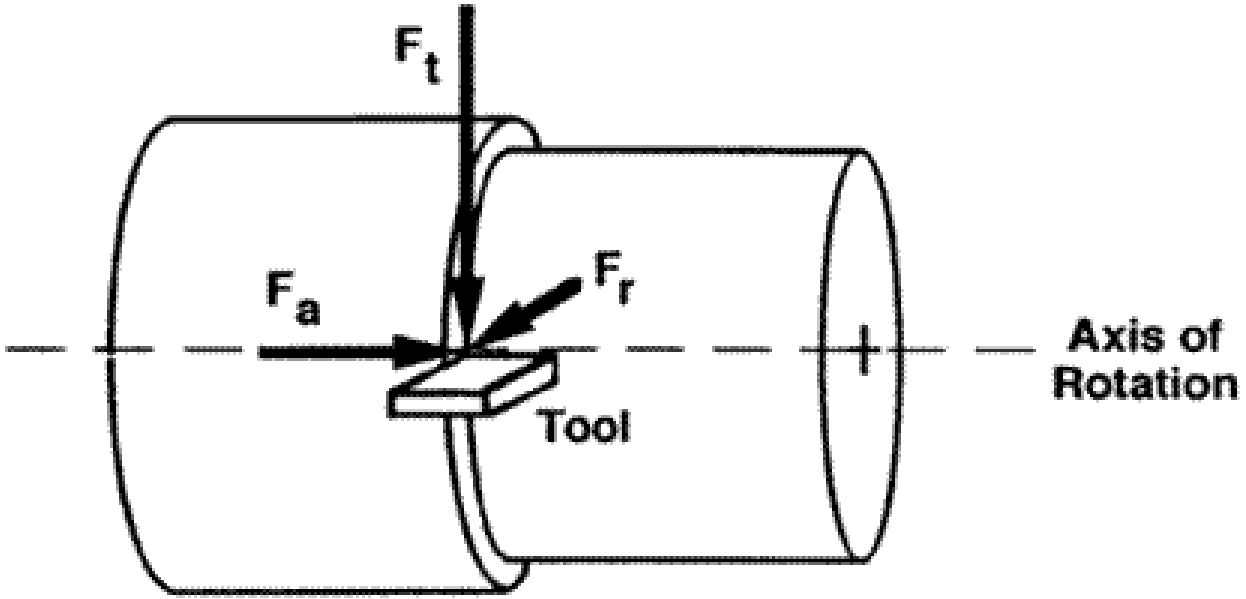
توانایی ماشینکاری

عبدالواحد کمی

vahed.kami@gmail.com

اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

نیروهای ماشینکاری



نیروهای ماشینکاری اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

برخی از موارد کاربرد دینامومتری:

- مطالعه قابلیت ماشینکاری مواد
- مقایسه مواد تامین شده از منابع مختلف
- مقایسه و انتخاب ابزار برشی
- استخراج شرایط بهینه ماشینکاری
- تحلیل علل از کارافتادگی ابزار برشی
- انتخاب مناسب‌ترین سیال برشی
- تعیین شرایطی که منجر به بهترین صافی سطح می‌شود
- تعیین اثر نیروهای ماشینکاری بر سایش و عمر ابزار

اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

ویژگی‌های طراحی دینامومتر:

- حساسیت
- صلبیت
- حساسیت متقابل (Cross sensitivity)
- پایداری در مقابل تغییرات دما و رطوبت
- پاسخ زمانی سریع
- فرکانسی طبیعی بالا
- دوام

اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

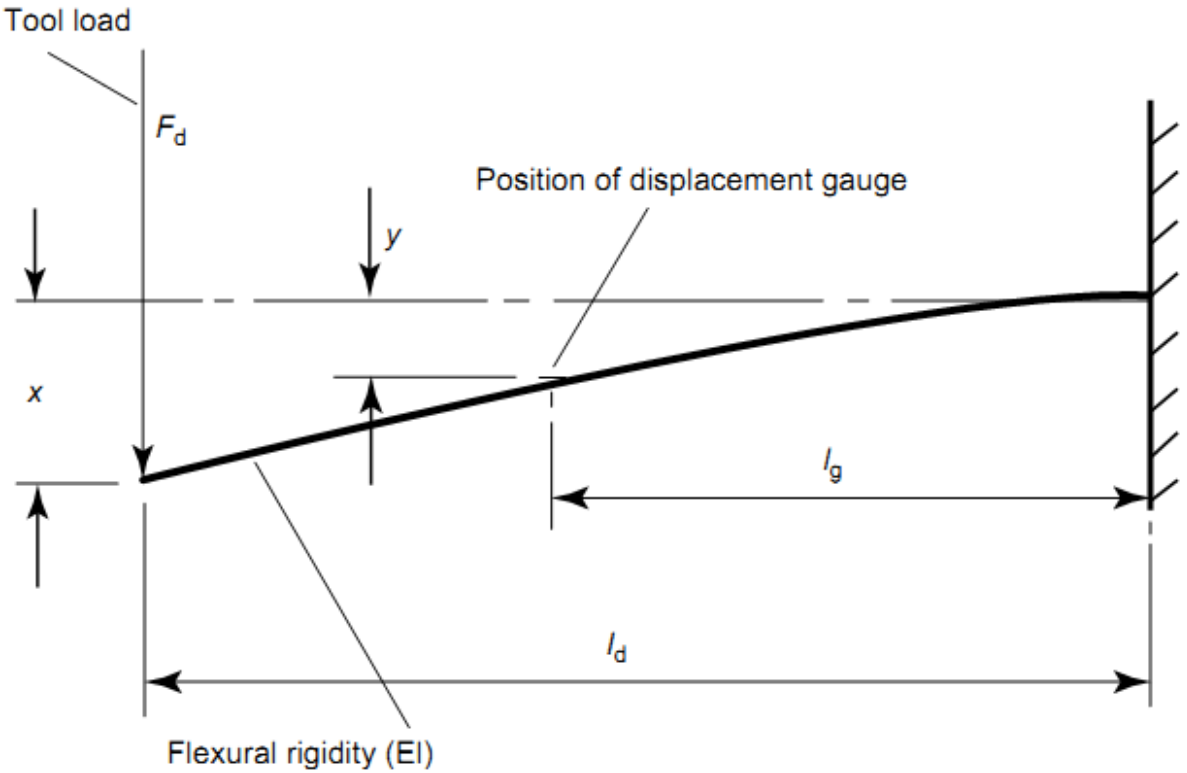
پارامترهای راپیر برای طراحی دینامومتر (در رابطه با صلبیت دینامومتر)

۱- نسبت خیز

$$r_d = \frac{y}{x} = \frac{\text{Displacement measured by gauge}}{\text{Tool displacement by the point of application of force}}$$

۲- خیز ابزار

$$x = \frac{Fl^3}{3EI}$$



محاسبه نیرو به کمک انرژی مخصوص تراش

۱- محاسبه نیرو به کمک انرژی مخصوص تراش

$$\text{1}\quad p_m = p_s \times Z_w = p_s \times \frac{a_f . a_p}{\cos\gamma . \cos\lambda} \times V$$

$$\text{2}\quad p_m = F_t \times V$$

$$\text{1}\ \text{2} \Rightarrow F_t = p_s \times \frac{a_f . a_p}{\cos\gamma . \cos\lambda}$$

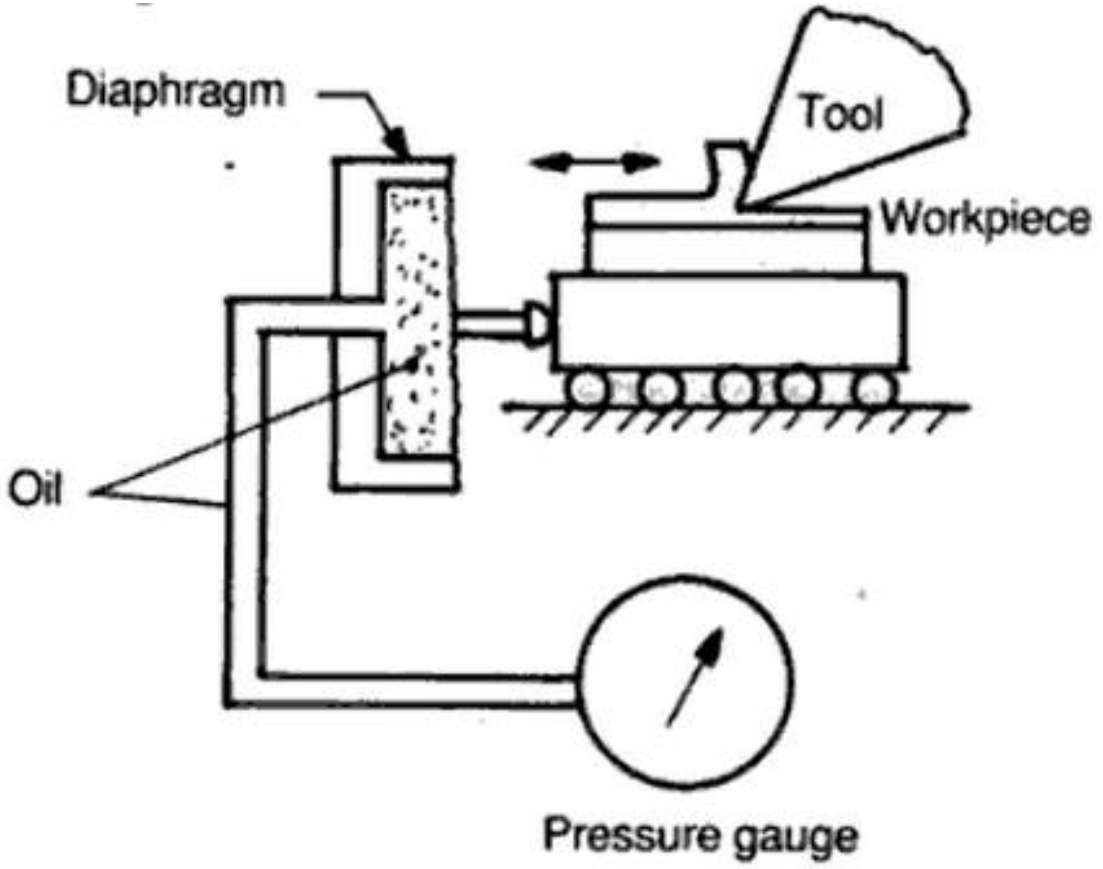
محاسبه نیرو به کمک انرژی مخصوص تراش

Values of Specific Cutting Energy (× 0.061 hp/cc/min)

Material	Planing	Drilling	Milling
Magnesium	0.15	0.20	0.25
Aluminium alloys	0.30	0.35	0.40
Gun metal	0.25	0.60	0.70
Brass (free cutting)	0.30	0.40	0.45
Red brass	0.30	0.35	0.40
Cast iron (hard)	0.50	0.60	0.60
Malleable iron	0.55	0.60	1.00
SAE 1020	0.85	1.10	1.25
SAE 1112 (cold drawn)	0.80	1.00	1.05
SAE 1320 (cold drawn)	0.80	1.00	1.05
SAE 2320 (forged)	0.90	1.05	1.55
SAE 3120	0.90	1.10	1.15
SAE 6140	0.90	1.15	1.15
Annealed copper	0.95	1.75	1.20
Tool steel (1% C)	1.20	1.40	1.70
Monel metal	1.70	1.50	1.75

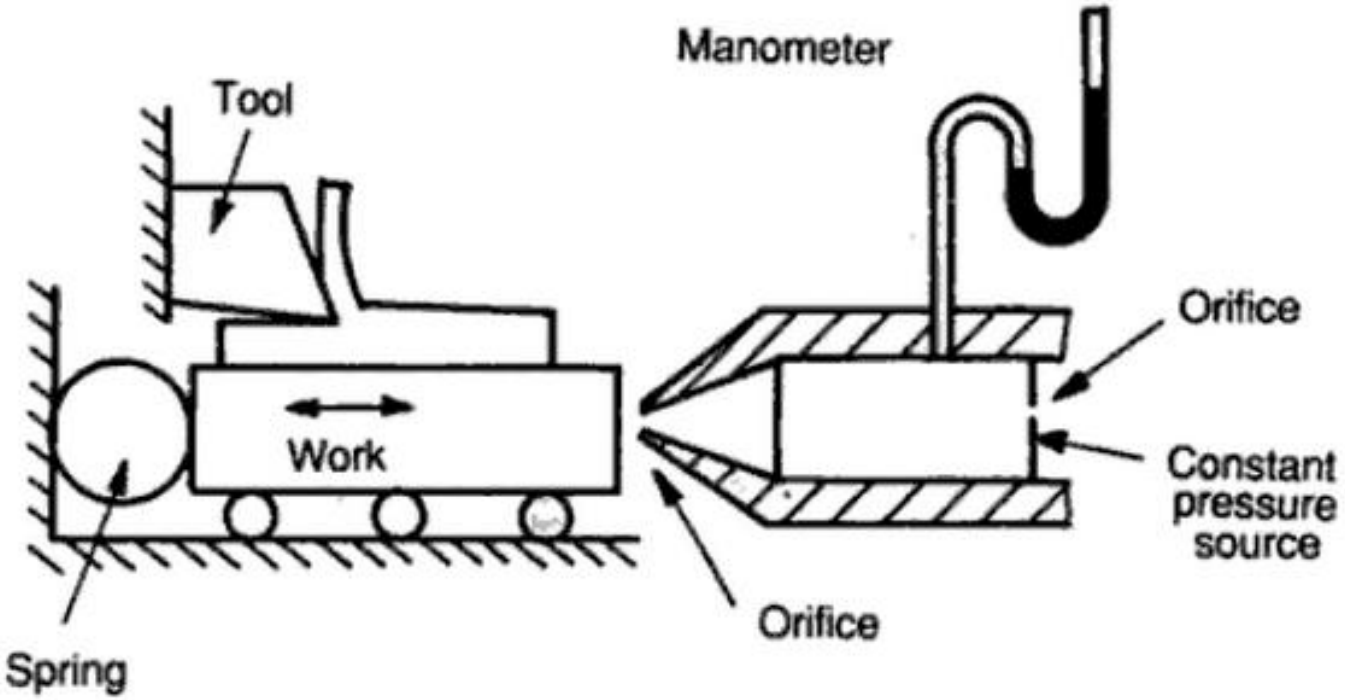
اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

۲- استفاده از دینامومتر هیدرولیکی برای اندازه‌گیری نیرو



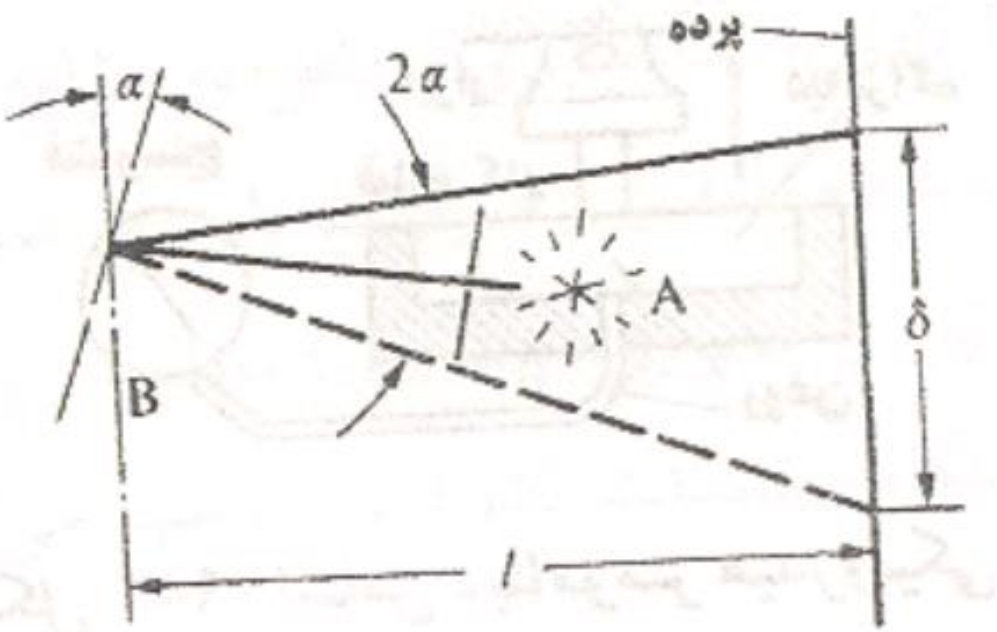
اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

۳- استفاده از دینامومتر نوماتیکی (نیوماتیکی) برای اندازه‌گیری نیرو



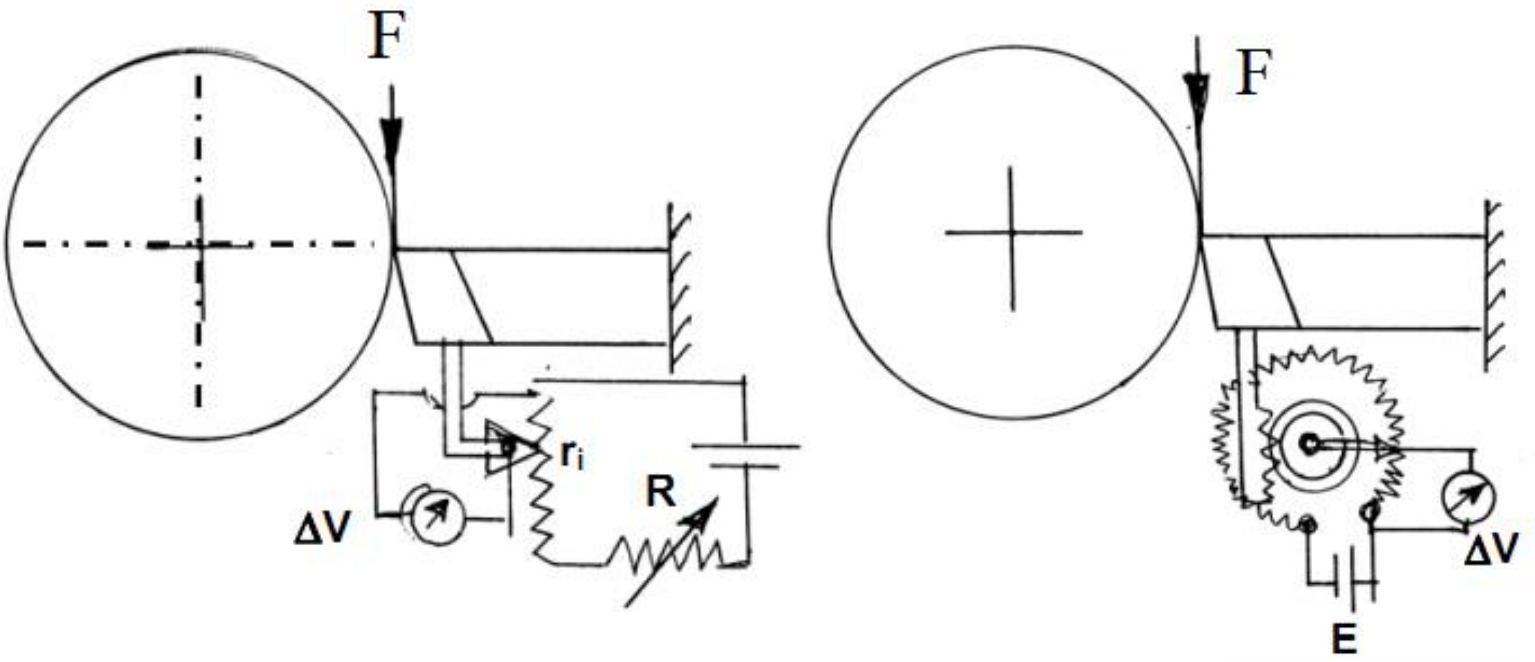
اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

۴- استفاده از لیزر یا نور برای اندازه‌گیری نیرو



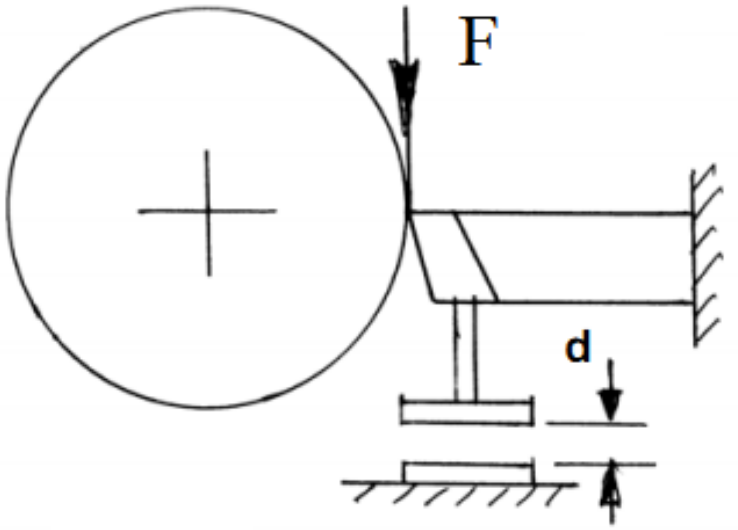
اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

۵- استفاده از مقاومت متغیر برای اندازه‌گیری نیرو



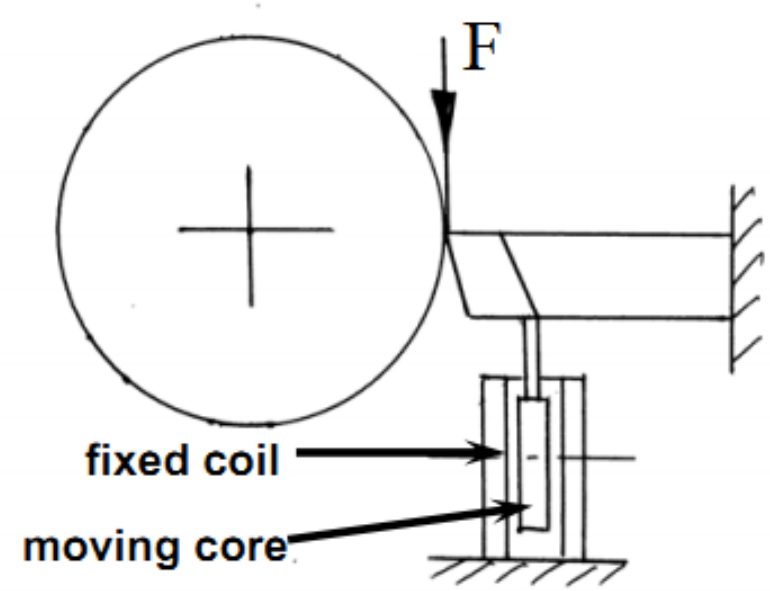
اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

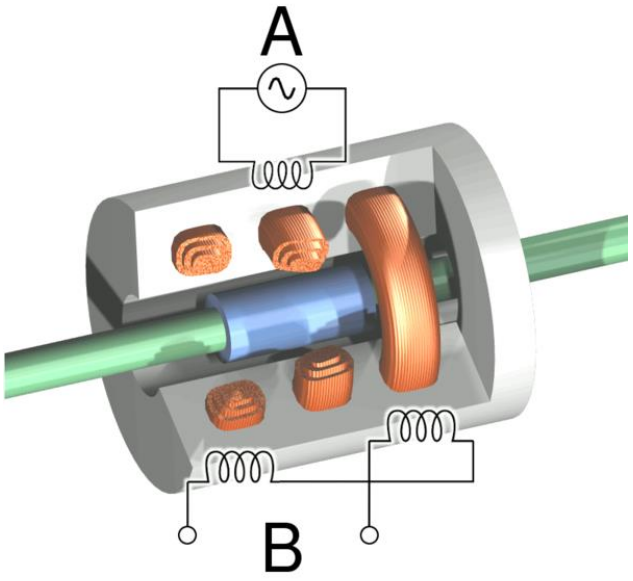
۶- استفاده از مبدل خازنی برای اندازه‌گیری نیرو



اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

۷- استفاده از ترانسفورماتورهای ضریب متغییر خطی برای اندازه‌گیری نیرو

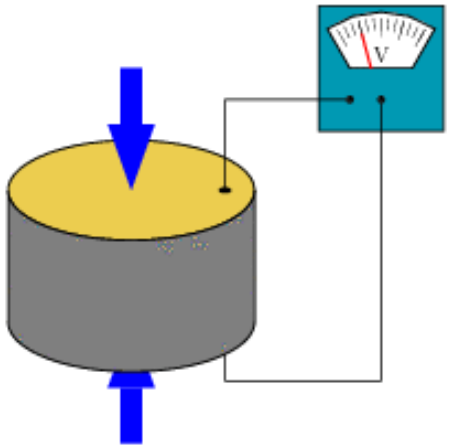




Linear variable differential transformer (LVDT)

اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

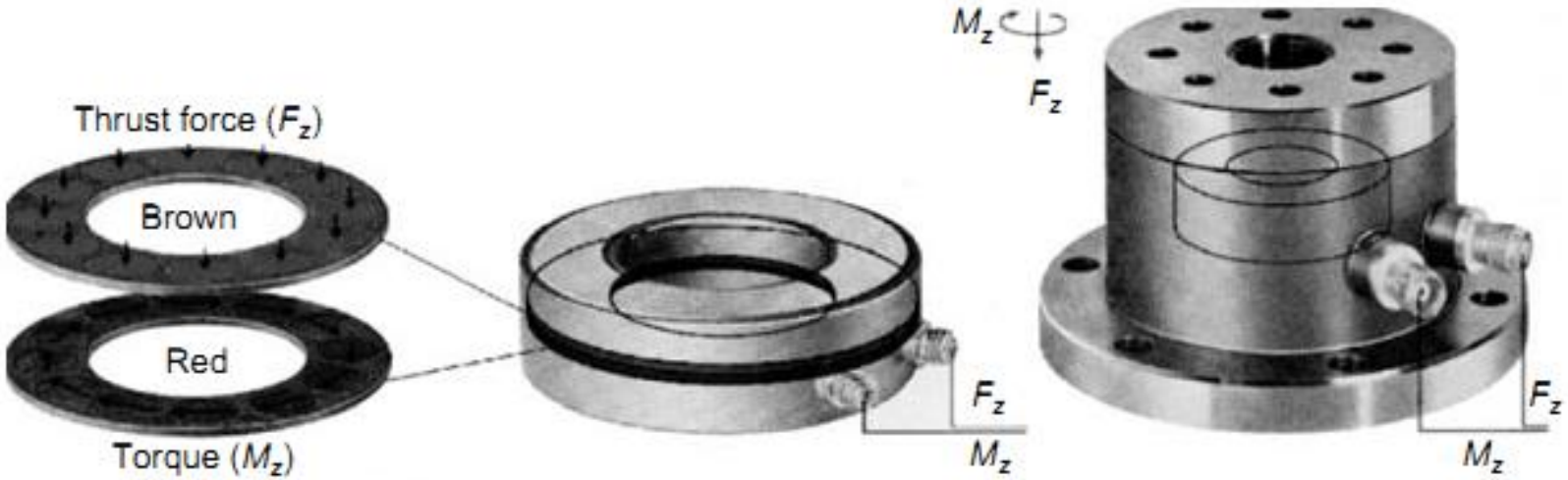
۸- استفاده از کریستال‌های پیزوالکتریک برای اندازه‌گیری نیرو

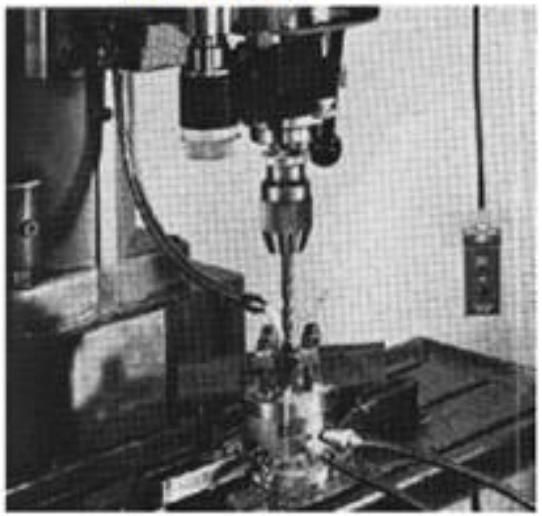


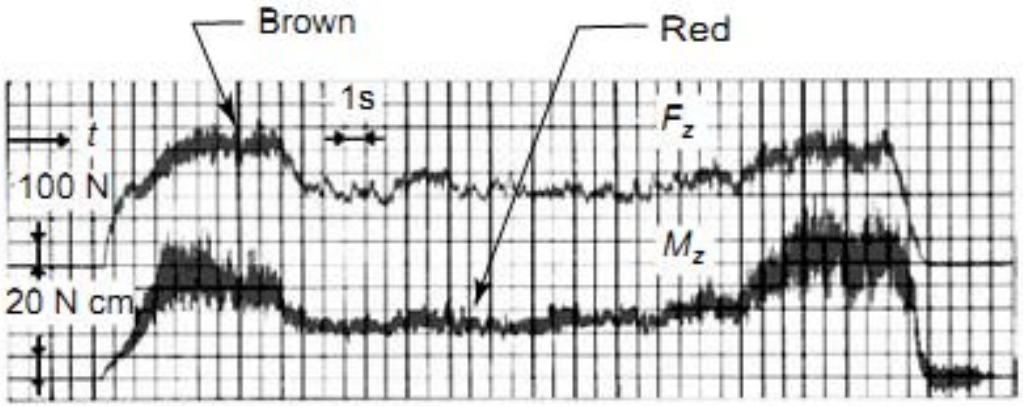
The natural frequency of the dynamometer is about 3 kHz

اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

۸- استفاده از کریستال‌های پیزوالکتریک برای اندازه‌گیری نیرو در سوراخکاری

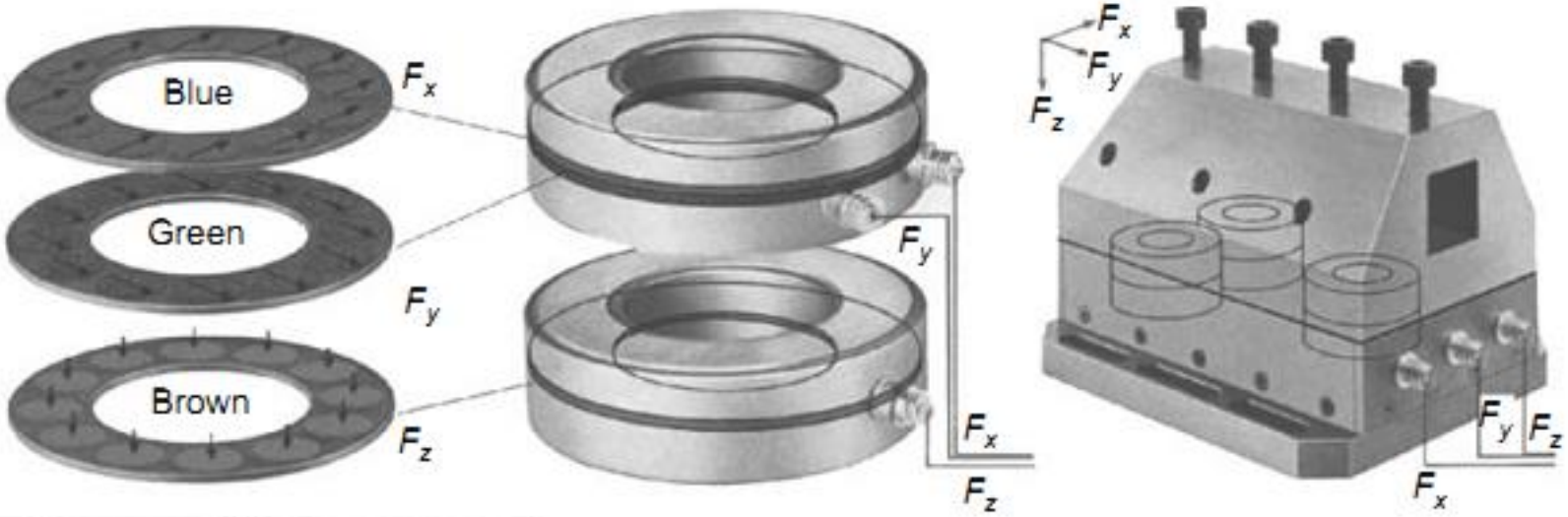


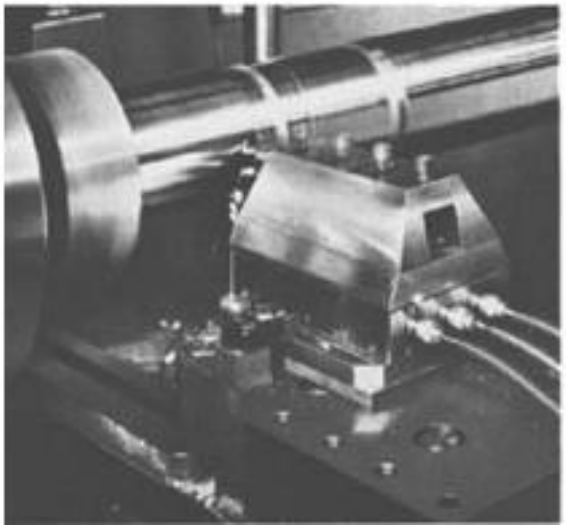


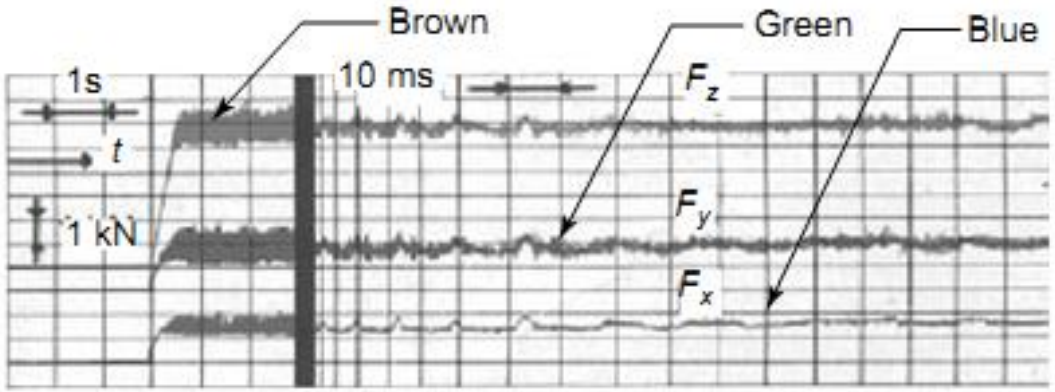


اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

۸- استفاده از کریستال‌های پیزوالکتریک برای اندازه‌گیری نیرو در تراشکاری

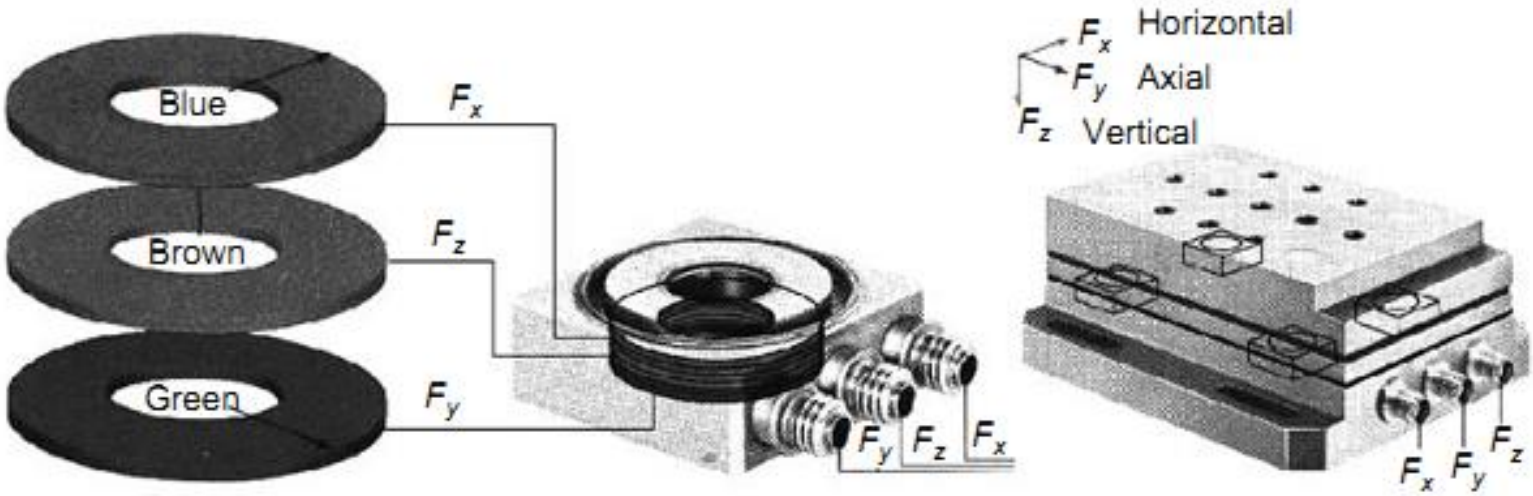


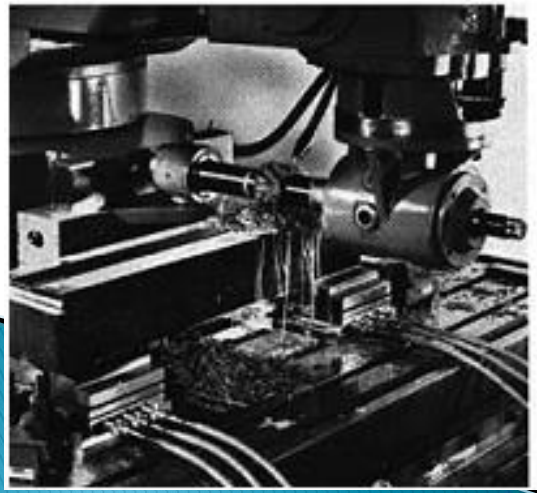


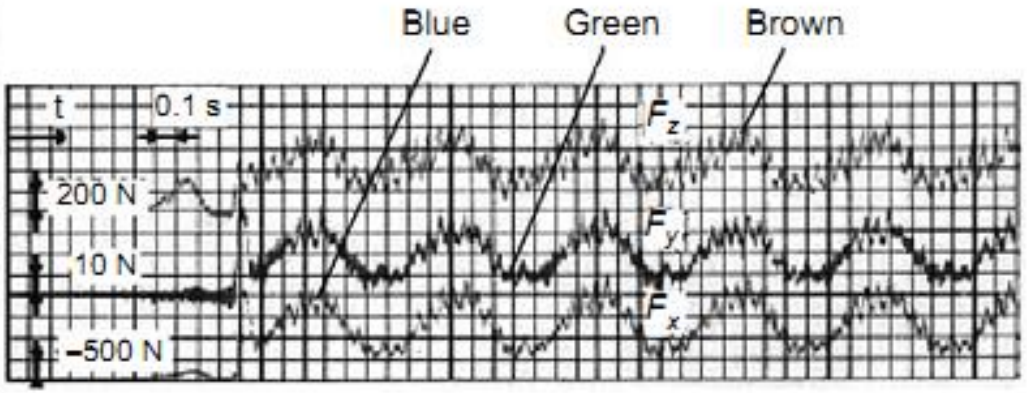


اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

۸- استفاده از کریستال‌های پیزوالکتریک برای اندازه‌گیری نیرو در فرزکاری

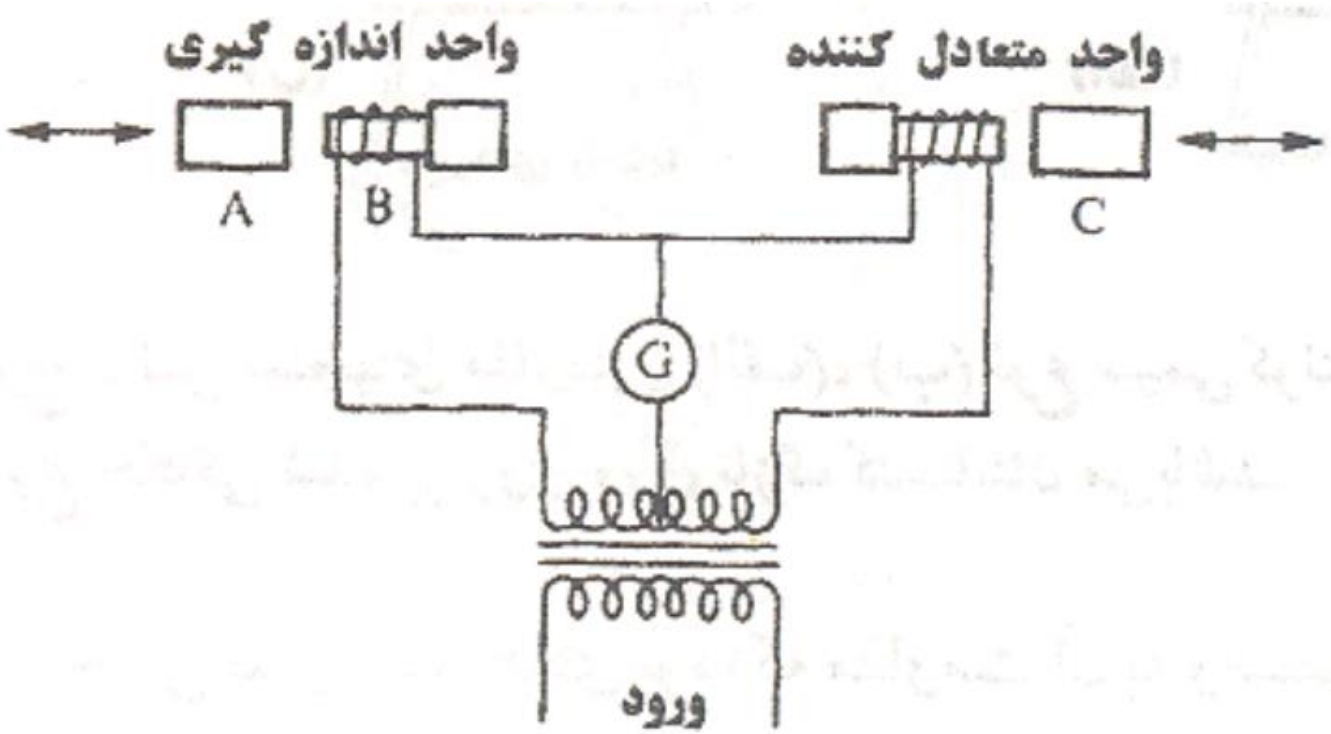






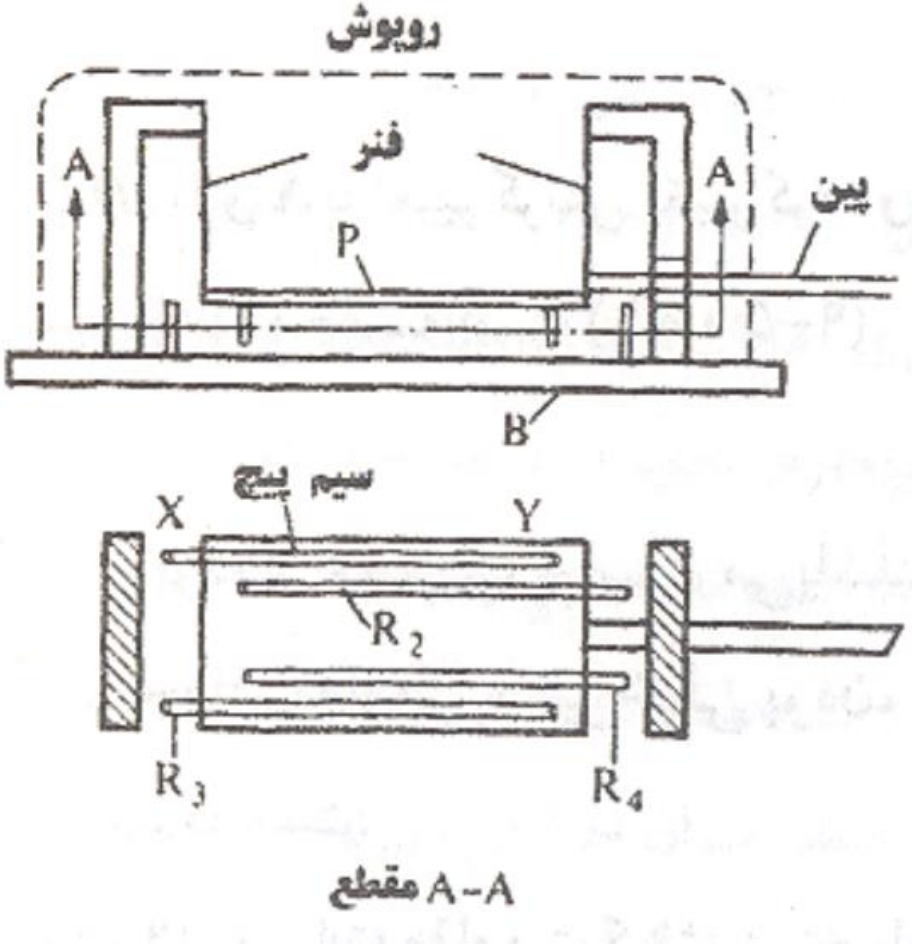
اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

۹- استفاده از کرنش‌سنج مغناطیسی برای اندازه‌گیری نیرو



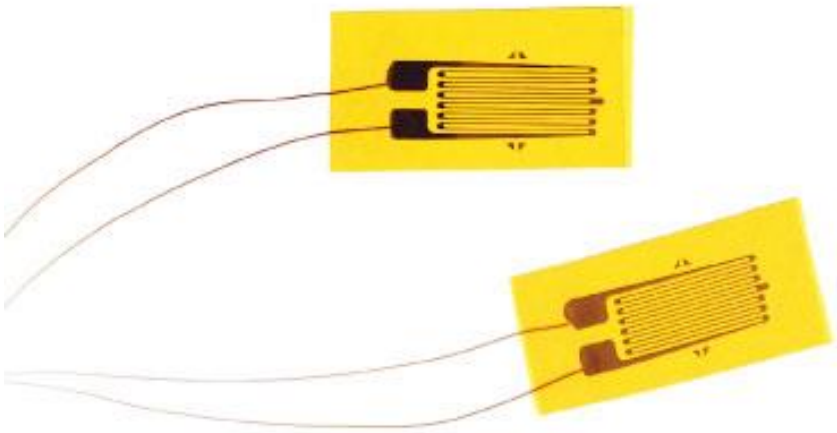
اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

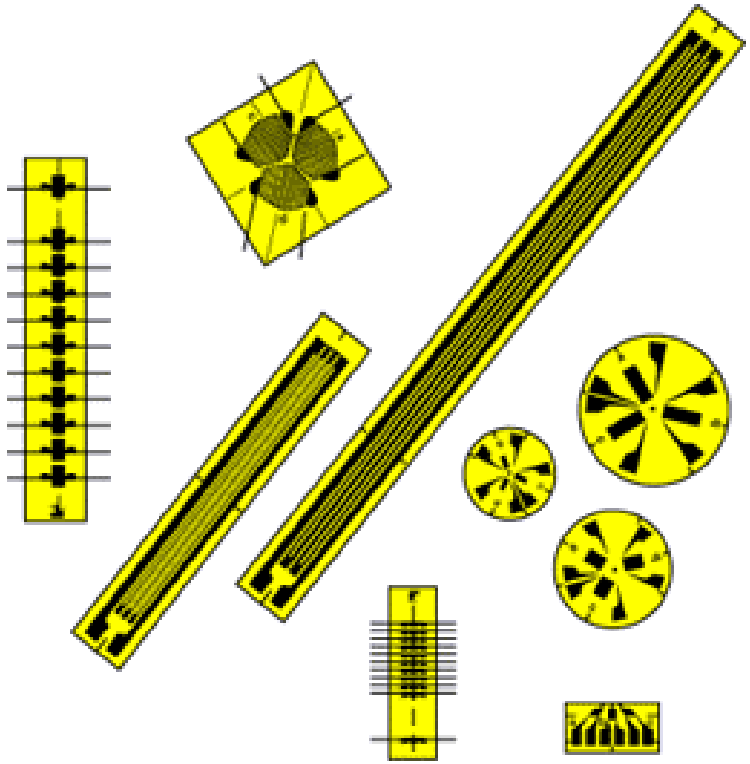
۹- استفاده از کرنش‌سنج مقاومتی منفصل برای اندازه‌گیری نیرو



اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

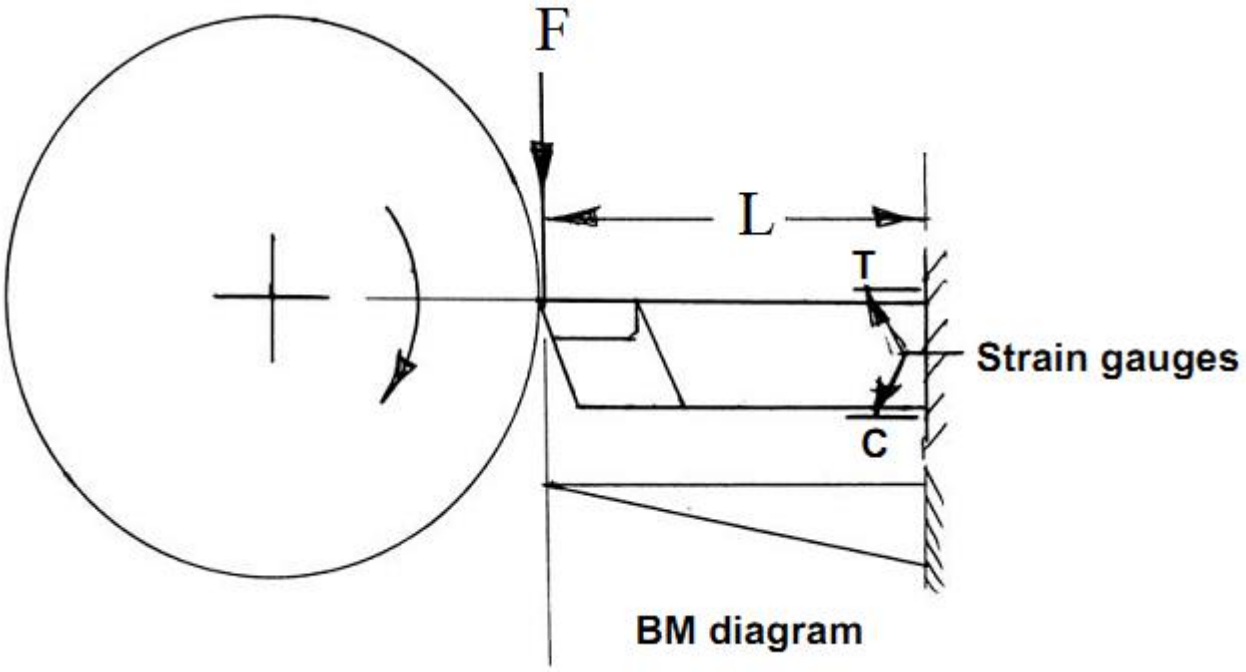
۹- استفاده از کرنش‌سنج مقاومتی برای اندازه‌گیری نیرو





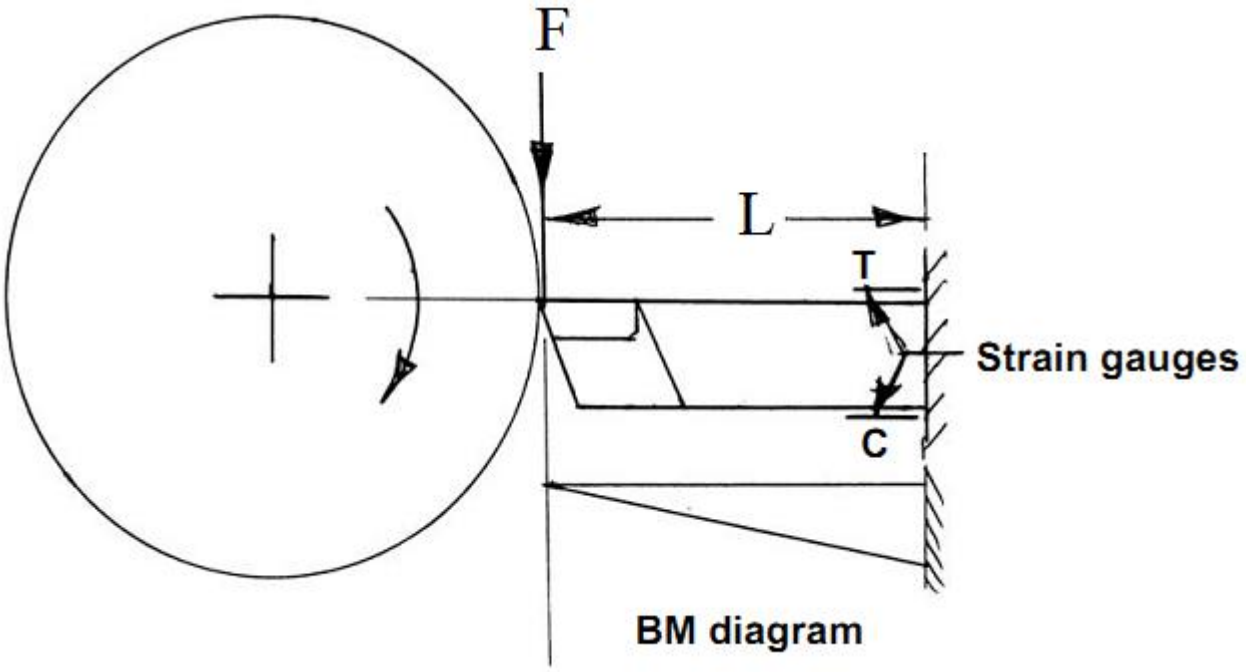
اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

اندازه‌گیری نیرو در تراشکاری



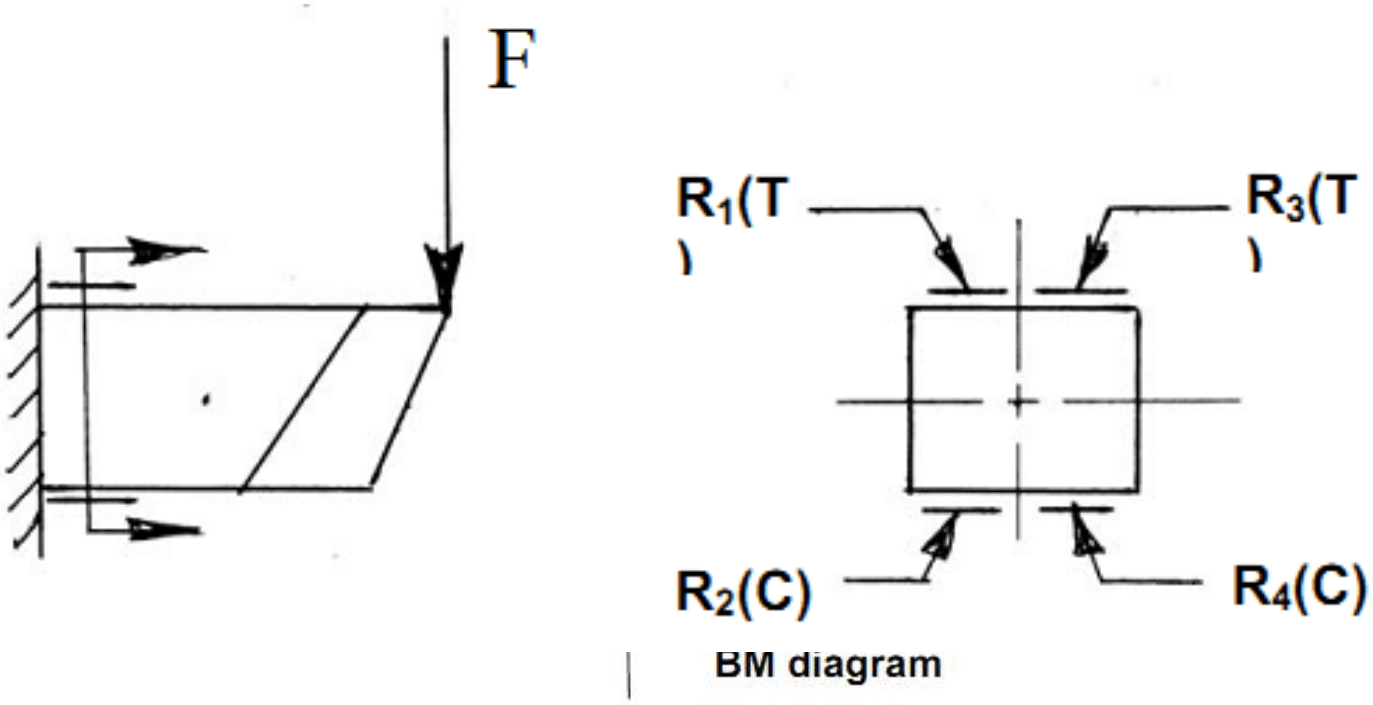
اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

اندازه‌گیری نیرو در تراشکاری



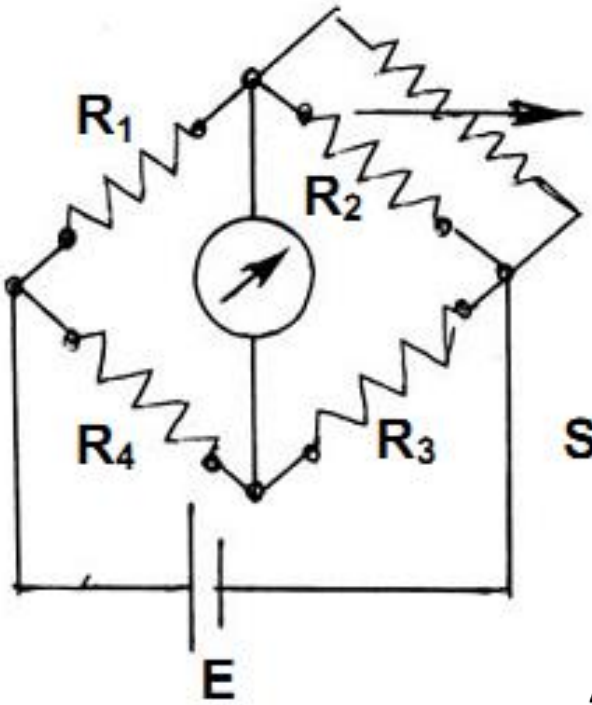
اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

اندازه‌گیری نیرو در تراشکاری



اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

اندازه‌گیری نیرو در تراشکاری

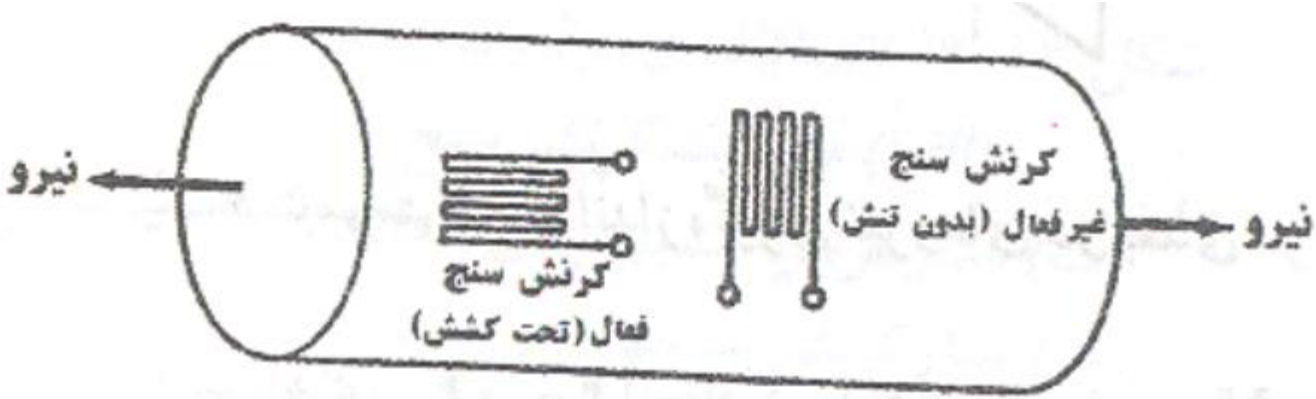


$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_3}$$

$$\Delta V = \frac{G_f . E}{4} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4)$$

اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

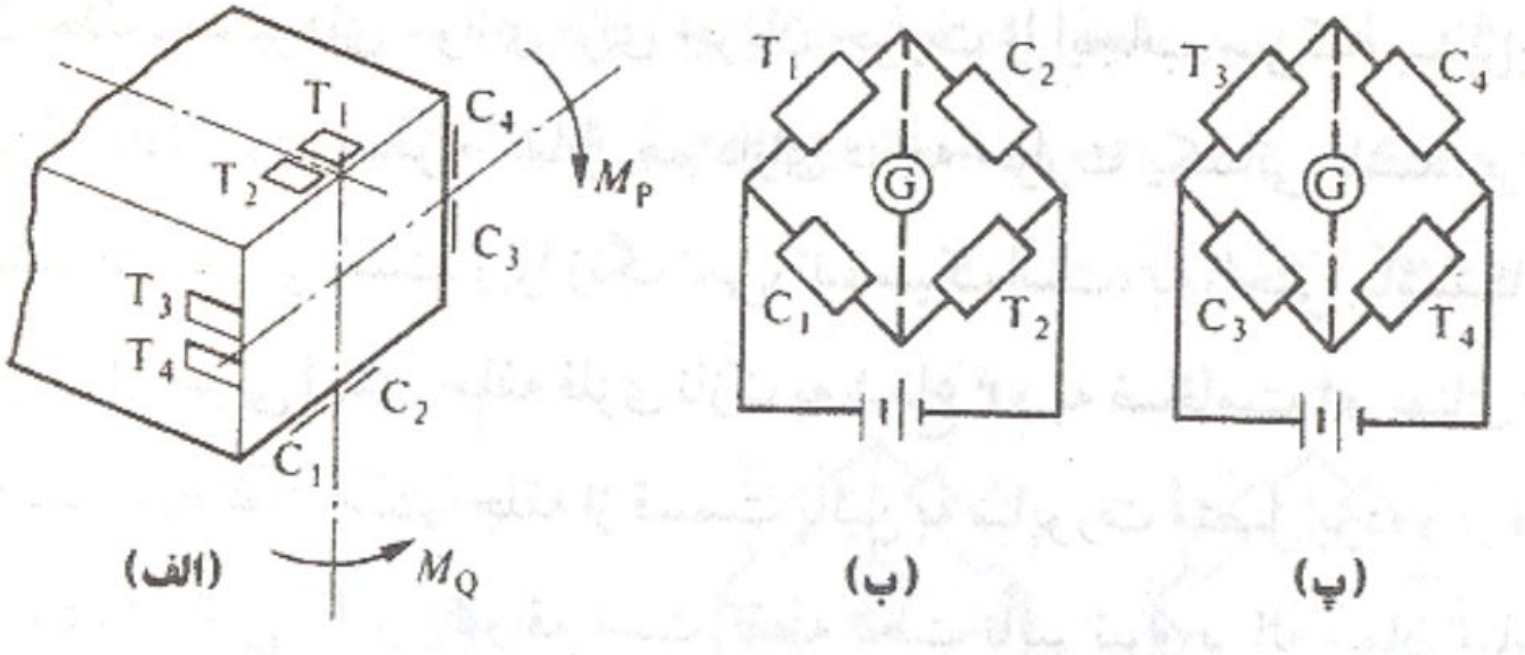
کرنش‌سنج Dummy



استفاده از کرنش‌سنج غیرفعال (Dummy) برای حذف اثرات حرارتی

اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

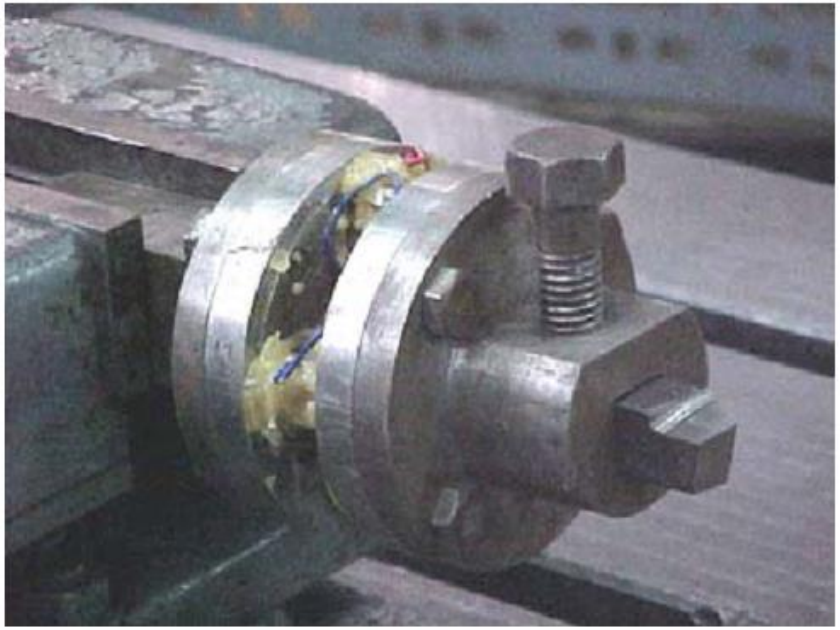
اندازه‌گیری نیرو در تراشکاری

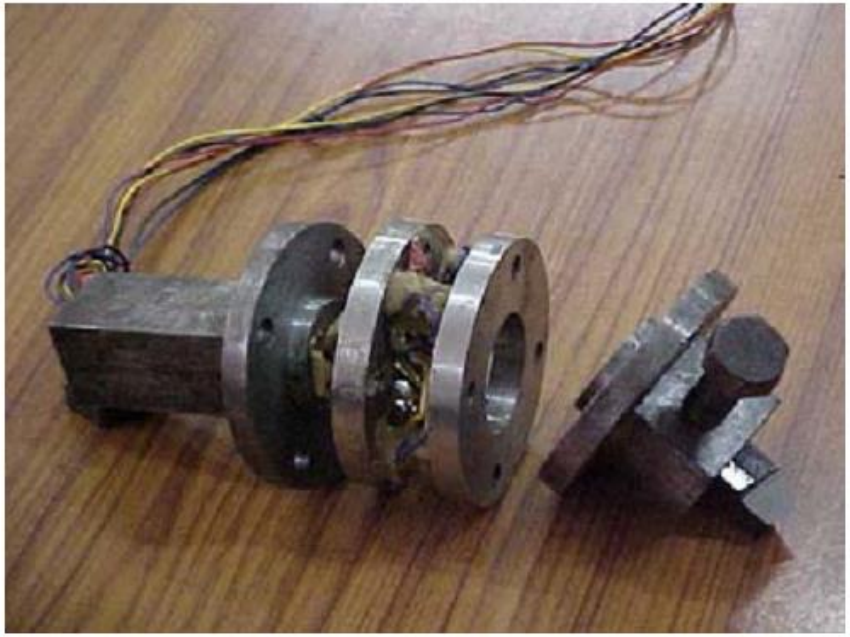


پل ویتستون کامل استفاده شده است (هر ۴ کرنش‌سنج استفاده شده فعال می‌باشند).

اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

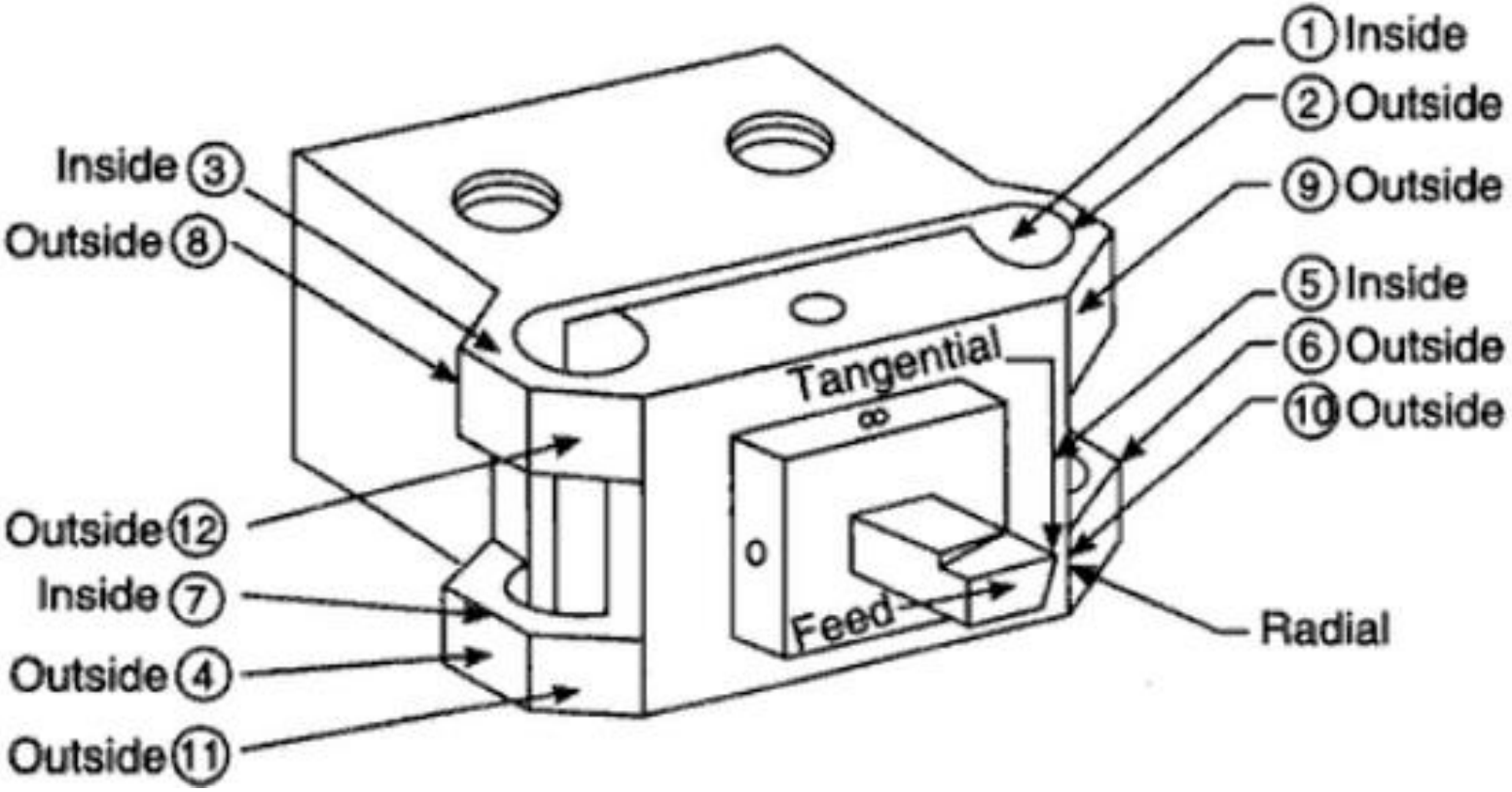
اندازه‌گیری نیرو در تراشکاری





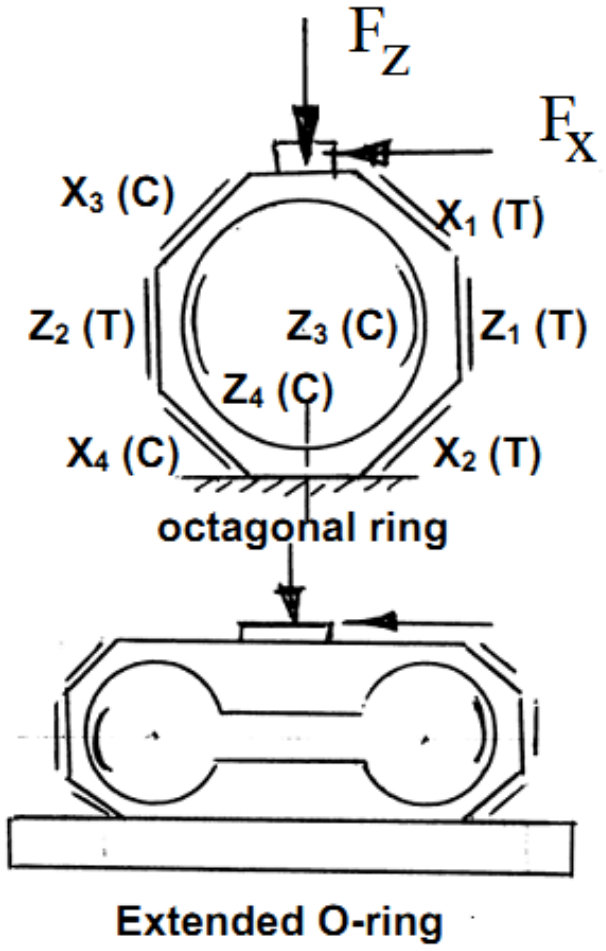
اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

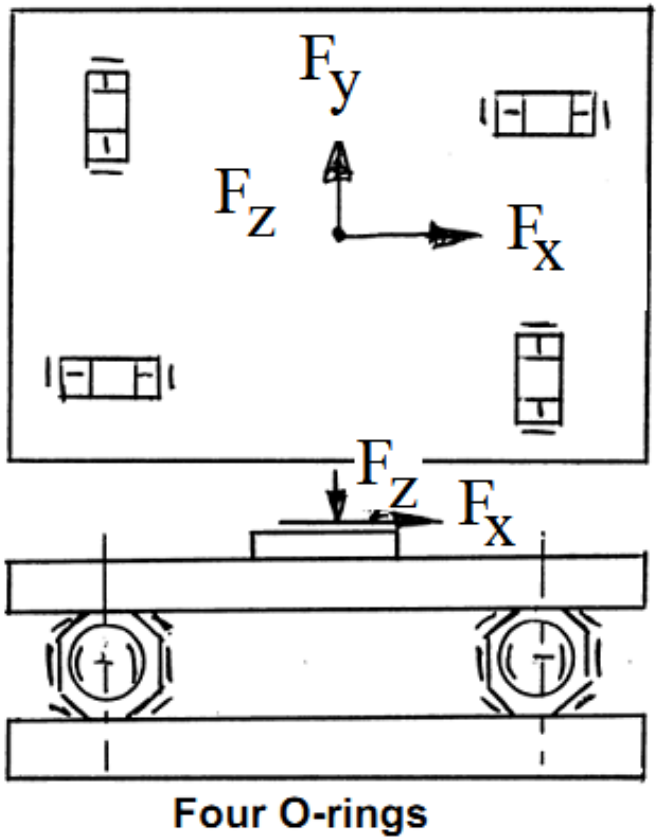
دینامومتر سه مولفه‌ای تراشکاری



اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

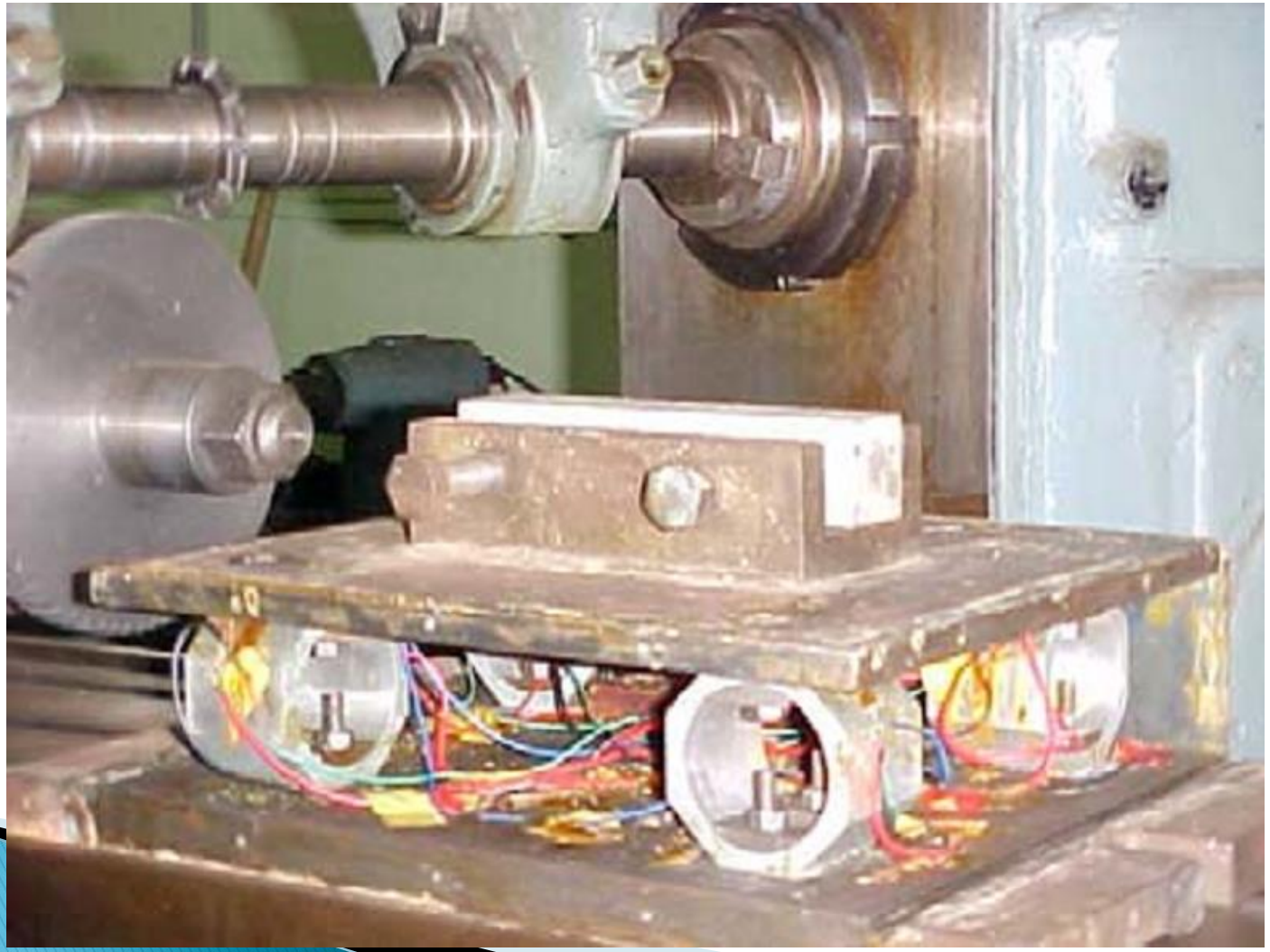
اندازه‌گیری نیرو در فرزکاری





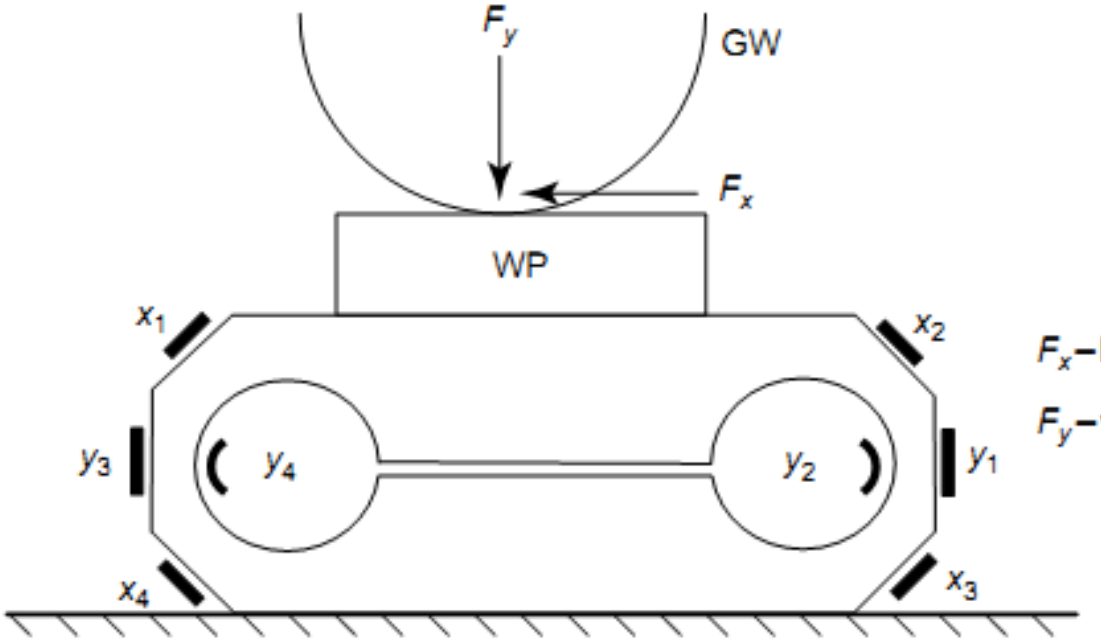
اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

اندازه‌گیری نیرو در فرزکاری



اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

اندازه‌گیری نیرو در سنگزنی



F_x–horizontal (main) component

F_y–vertical (thrust) component

اندازه‌گیری نیرو به کمک دینامومتر

اندازه‌گیری نیرو در سنگزنی