

Problematika náhrady konvenční ustavovací metody metodou bezdotykovou

Ing. Martin Melichar, Katedra technologie obrábění, ZČU v Plzni

Ing. Tomáš Zábranský, Katedra technologie obrábění, ZČU v Plzni

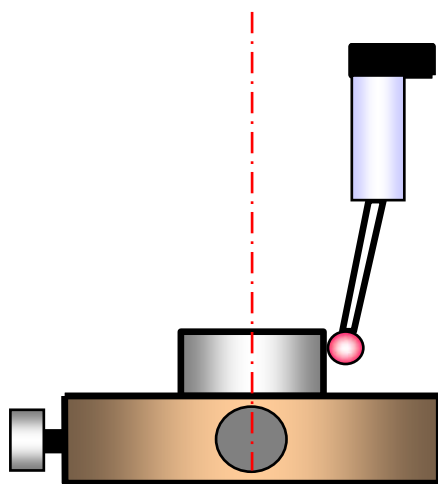
Anotace:

Příspěvek se zabývá možností náhrady konvenční metody pro počáteční justaci kruhoměru bezdotykovou metodou. V současné době je i na špičkových měřících strojích zcela běžné používat pro prvotní nastavení stoje před samotným procesem měření dotykového hrotu. Metoda s sebou nese řadu negativ. Základním problémem jsou zejména požadavky na enormní kvalitu a čistotu pracovních ploch k justaci používaného etalonu. Praxe ukázala, že i ve velice čistém laboratorním prostředí je nespěšně náročné dosáhnout již prvním pokusem úspěšného dokončení ustavovacího cyklu kruhoměru. Nutné následné opakování pak na stroji, jehož cena se mnohdy pohybuje v řádu miliónů korun, s sebou pak nese nemalé ekonomické dopady, což je zejména v dnešní době více než nežádoucí. Příspěvek je proto zaměřen nad touto problematikou.

Klíčová slova: kruhoměr, ustavení kruhoměru, metodika měření

1. Úvod

Stále rostoucí požadavky doby na produktivitu kontrolních a měřících procesů kladou vysoké nároky na rychlost a spolehlivost všech přípravných a ustavovacích kroků, jež samotnému měření předcházejí. U těchto činností je potřeba produktivita ještě znásobena tím, že se jedná o technologické prostoje nesoucí sebou nemalé ekonomické dopady. Typickým případem je počáteční justace otočného stolu kruhoměru. V současné době je i na špičkových strojích běžné řešit justaci dotykovou metodou pomocí kalibračního kroužku a dotyku s rubínovým hrotem.



Obr. 1 Dotyková metoda justace

Tato metoda má i přes vysokou přesnost řadu nevýhod. Jednou z nejvýznamnějších je požadavek na enormní kvalitu a čistotu dotykových ploch použitého etalonového kroužku. Toho je však obtížné dosáhnout i ve velice čistém laboratorním prostředí. Situace je ještě ztížena konzervací kalibračních etalonů vazelínou nebo obdobnými přípravky. Výsledkem pak mnohdy bývá nespěšná prvotní justace stroje a nutnost celý proces několikrát opakovat, což je při délce trvání jednoho cyklu v řádu několika desítek minut na stroji v řádu miliónů korun více než nežádoucí. To jsou jasné důvody pro náhradu této konvenční justační dotykové metody metodou bezdotykovou.

2. Senzory

Prvotním úkolem je pochopitelně výběr vhodného typu senzoru a principu odměřování. Měření stavu, polohy, posunutí a vzdálenosti je důležitá úloha pro mnoho oblastí zejména například pro zpětnovazební kontrolu, validaci procesů, přepravu, řízení transportu, robotiku, atd.

Požadavek přesnosti měření se rovněž různí případ od případu a obvykle bývá kompromisem mezi požadovanou přesností měření a náklady na provoz a údržbu senzoru. Pro senzory s vysokou přesností je nutno vzít v potaz ovlivňující faktory – teplota, znečištění prostředí, vlhkost, tlak a radiace.

V závislosti na použitém fyzikálním principu máme k dispozici následující typy bezdotykových LPD senzorů:

- *Elektrické*
- *Magnetické (nevyhovují z hlediska rozsahu a dosažitelné přesnosti)*
- *Optické*
- *Akustické (nevyhovují z hlediska rozsahu a dosažitelné přesnosti)*

[3]

Pro výběr senzoru vhodného pro danou měřicí úlohu by měly být zohledněny následující aspekty jako důležitá kritéria výběru:

- *Měřená veličina*
- *Dosažitelná přesnost*
- *Rozlišení*
- *Přesnost opakování*
- *Linearita*

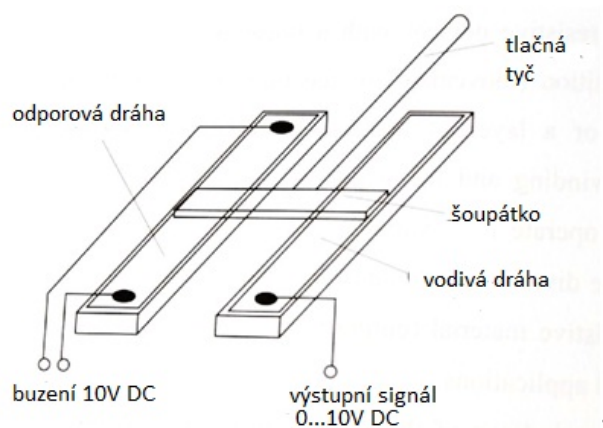
Dále však také odchylka, kompenzace a změna citlivosti závislosti na teplotě, stárnutí, tlaku atd. Pro měření časově proměnných hodnot (oscilačně se měnící pozice – vibrace) dynamické vlastnosti senzoru jsou klíčová kritéria výběru. Dynamické vlastnosti senzoru jsou určeny frekvencí odezvy senzoru definovanou jako vztah amplitudy na výstupu a vstupních proměnných se sinusovým průběhem o různých frekvencích. [4]

2.1 Elektrické senzory

2.1.1 Odporové LPD senzory

Potenciometr

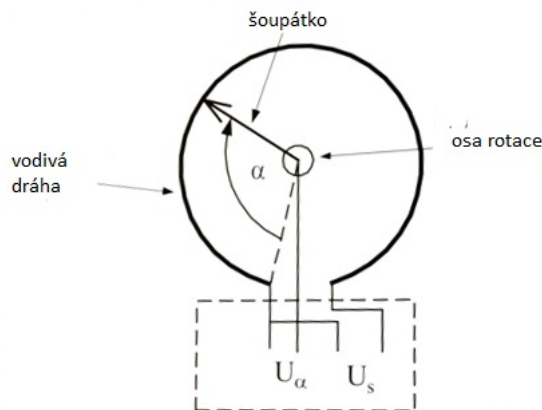
Potenciometry jsou odporová zařízení s lineárním nebo rotačním kontaktem, kde je pozice zjišťována pozicí (pohybem) měřeného objektu. Odpor odporového materiálu (vinutí nebo vrstva odporového materiálu umístěného na izolované jádro) mezi začátkem vinutí a kluzným kontaktem je úměrný pozici kontaktu.



Obr. 2 Odporový LPD snímač [1]

Měření úhlové pozice

Rotační potenciometr je běžný senzor pro měření úhlů. Podobně jako pro lineární potenciometr výstupní napětí R_{evol} měřené na šoupátku je úměrné pozici. Budící napětí U_s je konstantní.



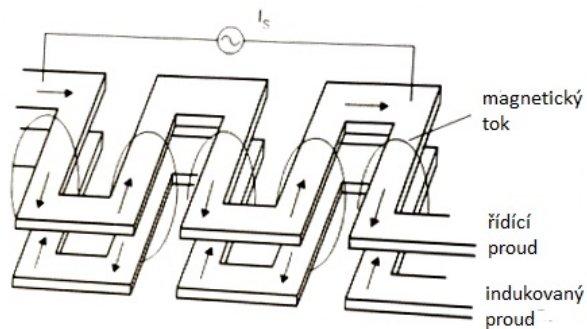
Obr. 3 Snímač úhlové pozice [1]

2.1.2 Indukční LPD senzory

Induktivní senzory pracují na principu vlastností elektromagnetické indukce. Měření změny polohy je založeno na změně magnetického toku ve vinutí nebo magnetického toku vázaného mezi dvěma nebo více vinutími. Změna magnetického toku ve vinutí je docílena vložením feromagnetického jádra do vinutí, což způsobuje změnu magnetického odporu. [6]

Induktosyn

Induktosyny (podobně jako LVDT) patří do kategorie senzorů měničových, ve které se vazba magnetického pole mezi cívkami mění s posunutím. Primární a sekundární cívký induktosynu jsou ve formě např. tištěných obvodů. Primární „statorová“ cívka je reprezentována periodickým charakterem vodivé vrstvy umístěné na proužek izolace.



Obr. 4 Induktosyn [3]

Spherosyn

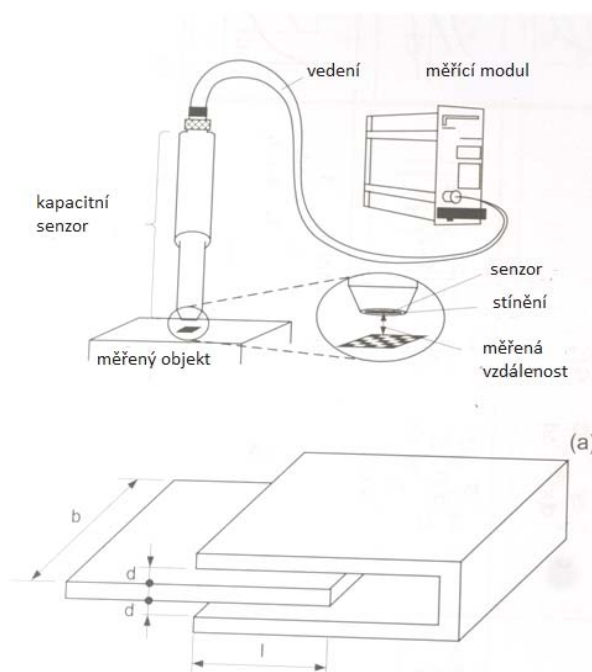
Spherosyn je induktivní modulátor založený na principu velice přesných ložiskových kuliček. Je tvořen dvěma celky, čítací hlavou a měřítkem. Měřítka je provedeno jako trubkové vedení z nerezové oceli vedoucího přesné ocelové kuličky. Kuličky jsou udržovány pod tlakem vyvolaným pro kalibraci měřítka. Hlava, která je uložena kolem měřítka a klouže podél, uzavírá čtverhranný odlitek obsahující cívku.



Obr. 5 Spherosyn [9]

2.1.3 Kapacitní senzory

Hodnota kapacity C mezi dvěma elektrodami je funkcí geometrického vztahu a relativní permeability ϵ materiálu mezi elektrodami kapacitou kondenzátoru. Aplikace kapacitních senzorů s proměnnou vzduchovou mezerou pro měření malých posunutí můžeme nahradit s citlivějším optickým senzorem. Pro střední vzdálenosti posunutí se používá kapacitní senzor s proměnnou oblastí. Hlavní stinnou stránkou tohoto senzoru je závislost na velikost vzduchové mezery d . [8]



Obr. 6 Kapacitní senzor [1]

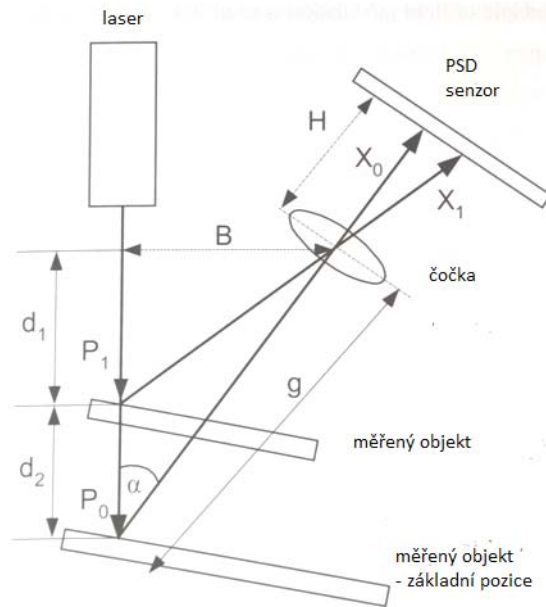
2.2 Optické LPD senzory

Fotoelektrické snímače (PES)

Jedná se o speciální třídu optických senzorů, kde elektrický výstupní signál může dosahovat pouze dvou stavů (binární signál), což je reprezentováno přítomností nebo naopak absencí určitého znaku (vlastnosti) v měřeném objektu.

LPD senzory založené na principu triangulace

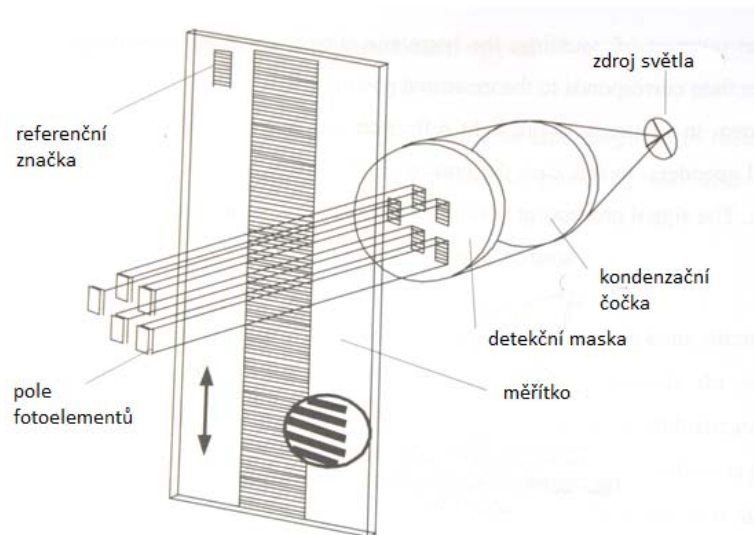
Měření pomocí triangulace je dobře známo a hojně využíváno pro geodetické nástroje. [5]



Obr.7 LPD senzory triangulace [5]

Optické modulátory

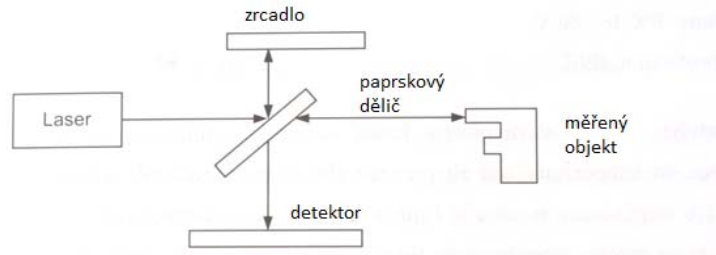
Snímače jsou založeny na principu modulace intenzity světla dvěma vzájemně se překrývajícími mřížkami (Moire efekt). Mřížkový princip světelné modulace se používá u lineárních a rotačních snímačů, kde má pohyblivá ochrana průhlednou a tmavou část.



Obr. 8 Optické modulátory [7]

Interferometry

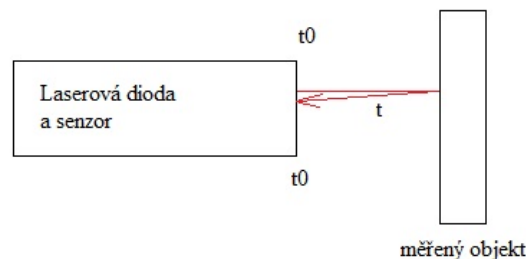
Měřicí princip interferometrů je založen na superpozici (vektorovém součtu) dvou koherentních světelných vln (se stejnou vlnovou délkou) v prostoru. Výsledky vektorových součtů v aplikacích nebo útlum vln závisí na jejich vzájemném fázovém posunutí, které je pak pozorováno jako matice světlých a tmavých polí (interferenční matice). Vzdálenost od maxima do minima světelné intenzity interference je $\lambda/2$. Použitím typických vlnových délek kolem $1\mu\text{m}$ tyto systémy dosahují velmi dobrého rozlišení.



Obr. 9 Schéma interferometru

Optické LPD založené na době pohybu měření

Světelná vlna je vysílána senzorem, odražena měřeným objektem a přijímána detektorem.



Obr. 10 Schéma LPD měření [2]

3. Závěr

Cílem práce je náhrada metodiky nedostatečné kontaktní metody a způsobu odměřování vhodně zvolenou bezdotykovou metodou jako náhrada za běžně používané pevné mechanické měřidlo. Bezdotyková metoda byla zvolena z důvodu zajištění přesnosti měření za jasně definovaných podmínek zaručující opakovatelnost za současné eliminace nevýhod dosavadní metody měření. V předchozí rešeršní části je poměrně obsáhlá množina senzorů zúžena na přijatelný počet senzorů s odpovídajícími vlastnostmi, z nichž později po podrobné analýze a zkouškách bude zvolen nejvhodnější snímač pro návrh odměřovacího systému. Následujícím bodem bude návrh vhodného přípravku pro uchycení vysílací a snímací části senzoru na stroj. Zde bude kladen důraz zejména na jednoznačnost, snadnost, rychlost a spolehlivost systému upnutí. Upínací přípravek bude navržen s ohledem na senzor a stroj.

4. Literatura

- 1 P.Ripka,A.Tipek: Master Book on Senzore, ISBN 80-7300-129-2, CTU Prague 2003
- 2 McGraw-Hill Handbooks: Sensors Handbook, ISBN 0-07-059630-1 Mcgraw Hill
- 3 J.Zahradník, L.Piskač, V.Pfeifer, J.formánek: Elektrická výzbroj obráběcích strojů, ZČU v Plzni 2006
- 4 Profos, Pfeifer: Handbuch der industriellen Messtechnik, ISBN 3-486-22592-8, Oldenboug 1994
- 5 K.Bonfig: Sensoren und Sensorsysteme, ISBN 3-8169-0686-9, expert Ehningen 1991
- 6 J.Hoffmann: Messen nichtelektrischer Grossen, ISBN 3-18-401562-9, VDI-Verlag Dusseldorf 1996
- 7 J. Niebuhr: Physikalische Messtechnik mit Sensorem, ISBN 3-486-27007-9, Oldenburg 2002
- 8 R Pepperl: Optische Abstandmessung, ISBN 3-8027-8511-8 Vulkan-Verlag 1993
- 9 W.Beyer: Industrielle Winkelmesstechnik, ISBN 3-8169-0321-5, expert Ehningen 1990
- 10 K.Bonfig:Technische Fullstandsmessung, ISBN 3-8169-0603-6, expert Ehningen 1990
- 11 P.Hauptmann: Sensoren, ISBN 3-446-16073-6, Hanser Munchen 1990

5. Souhrn

On the issue of initial set of roundness instrument

Author: Ing. Martin Melichar, Department of Machining Technology, ZČU in Pilsen

Co-author: Ing. Tomáš Zábranský, Department of Machining Technology, ZČU in Pilsen

Keywords: Roundness instrument, initial se of roundness instrument, measurement methodology

