



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Výukové texty

pro předmět

*Automatické řízení výrobní techniky*

(KKS/ARVT)

na téma

## Podklady k základním pojmům principu odměřovacích systémů (přírůstkový, absolutní)

Autor: Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Podklady k základním pojmům principu odměřovacích systémů (přírůstkový, absolutní)

Odměřovací systémy snímají pomocí indukčních nebo magnetických snímačů tzv. „ozubené“ kotoučky nebo optickým principem čárky „proužky“ průhledného (clonového) nebo reflexního pravítka či kotoučku. Pro optický princip snímání polohy lze využít i systém přímého odečtení kódem určené polohy. Snímané údaje zpracovává CNC řídicí systém. Clonová pravítka nebo kotoučky bývají buď štěrbínová, skleněná s kovovými (napařenými) čárkami nebo plastová s čárkami vytvořenými laserovým paprskem. Tyto optické snímače pracují na principu světelné závory. Magnetické snímače pracují na principu Hadovy sondy,

Nejpřesnější hodnoty poskytují přímé odměřovací systémy.

Nejčastějším použitím jsou inkrementální (přírůstkové) odměřovací systémy.

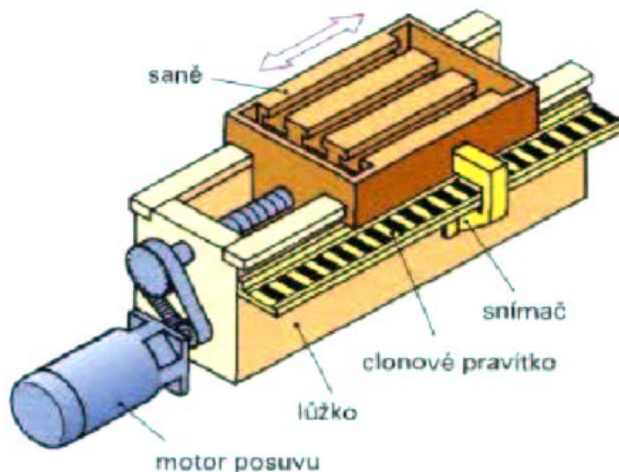
#### Číslicové snímače

*Číslicové snímače* (digitální senzory) mají číslicový výstupní signál, který je číslicovým kódem snímané veličiny, např. dráhy, doby nebo energie. Některé snímače digitalizují s pomocí mikroprocesoru snímanou analogovou veličinu, např. obrazové snímače digitalizují obrazový signál, který pak slouží k posouzení tvaru snímaného tělesa.

#### Přímá odměřování

Při přímém odměřování je pravítka zpravidla umístěno na rámu stroje a snímač na saních suportu stroje, nebo naopak a pravítka se pohybuje se suportem podél pevné snímací hlavy. Odměřovací zatížení musí být chráněno kryty proti znečištění i poškození.

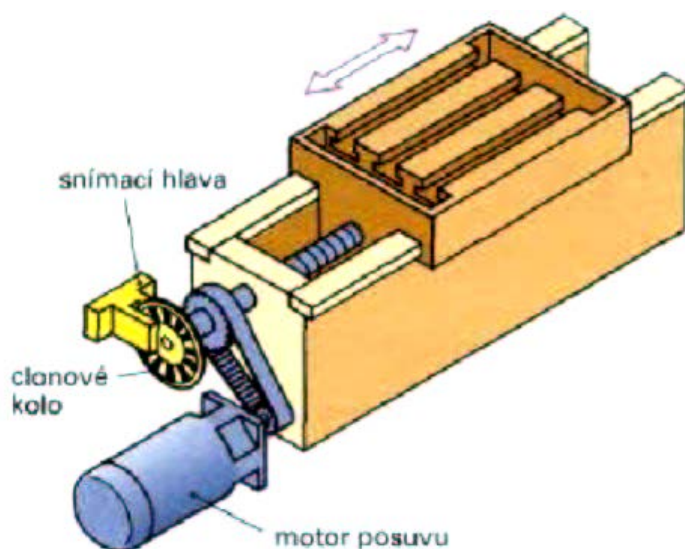
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1 Princip přímého odměřování pomocí pravitka [1]

### Nepřímé odměřování

Na ose kuličkového šroubu je nasazen clonový kotouček a jeho otáčení snímá optický snímač. Z natočení clonového kotoučku a stoupání závitu kuličkového šroubu vypočte CNC řídicí jednotka polohu suportu. Systematická chyba, způsobená např. nepřesně vyrobeným šroubem (natažený šroub má větší stoupání) může být korigovaná programem (ve kterém je uložena korekční křivka). Tento systém je opět plně zakrytován a musí být odolný proti znečištění. Vzhledem k převodu je toto odměřování jemnější než odměřování přímé.



Obr. 1.1 Princip nepřímého odměřování pomocí kotoučku [1]



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

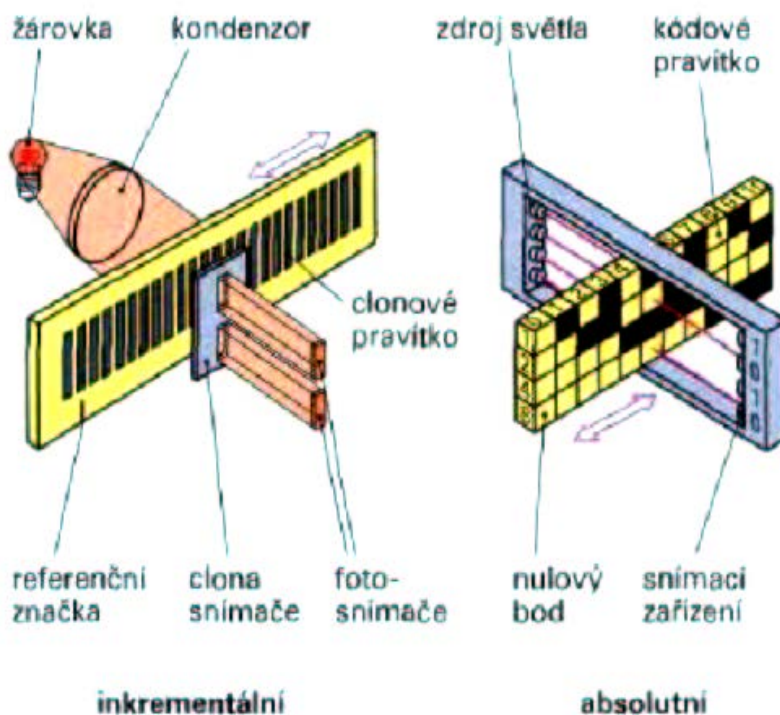
### Inkrementální odměřování

V tomto systému se přičítají nebo odečítají počty impulzů odpovídající optickým snímačem načteným čárkám na pravítku nebo clonovém kotoučku. Jejich počet odpovídá velikosti dráhy mezi dvěma polohami. Současně jsou snímány referenční znaky určitých známých poloh, aby systém našel polohu po zapnutí stroje nebo výpadku proudu.

Problémem v používání inkrementálního odměřovacího systému musí stroj po zapnutí vždy napájení najet nejprve na referenční značky, aby nastavil nuly v odměřování polohy v jednotlivých osách.

### Absolutní odměřovací systémy

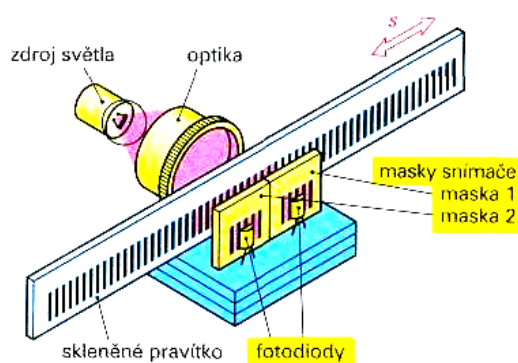
Při absolutním odměřování se používají kódová pravítka a kódově (kotoučky) úhlooměry, které jsou snímány více snímači. Kombinace tmavých a průhledných míst je kódem čísla, které udává souřadnici tj. absolutní polohu. Po zapnutí stroje zná řídicí systém přesně polohu suportů, resp. nástroje, aniž by musel najíždět do referenčních poloh.



Obr. 1.2 Rozdílnost principů přírůstkového (inkrementálního) a absolutního odměřování [4]

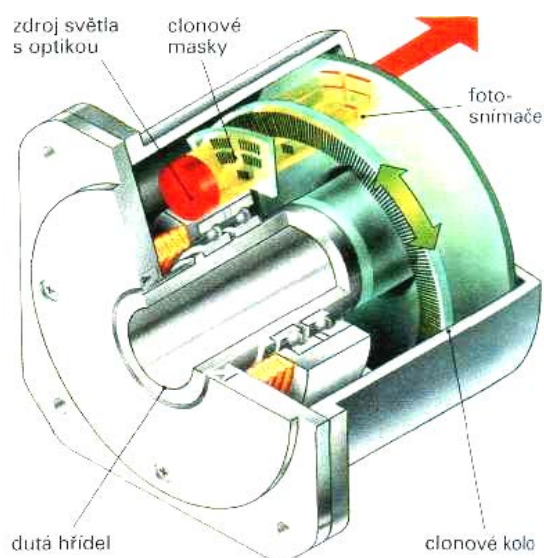
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inkrementální snímače dráhy odečítají přírůstky dráhy z rovnoměrně označkových pravítek. Značky na pravítku bývají optické (čárky nebo otvory) nebo magnetické. Clonová pravítka pro snímání průchozího světla mohou být např. tvořena neprůhledným potiskem průhledného skleněného pravítka čárkami s mezerami širokými  $4 \mu\text{m}$  (obr. 1.3). Samotný snímač je pak tvořen zdrojem světla, snímačem světelného paprsku a vyhodnocovací elektronikou.



Obr. 1.3 Princip inkrementálního snímače dráhy [4]

Inkrementální snímače úhlu natočení se používají k měření úhlu natočení (obr. 1.4) měřeného zařízení. Čárky pro přerušování světelného paprsku jsou na obvodovém mezikruží clonového kola. Snímače světelného paprsku jsou opět opatřeny clonovými maskami vzájemně posunutými o  $1/4$  clonového (čárového) intervalu.



Obr. 1.4 Princip inkrementálního snímače úhlu natočení [4]



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



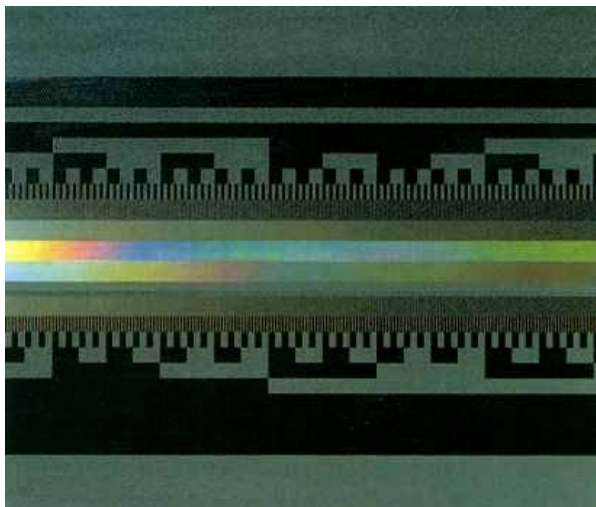
OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Kódová pravítka a kódové úhломěry

Lineární a kruhová měřítka opatřená číselnými kódy se nehodí k přesnému odečítání dráhy nebo úhlu, protože číselné kódy nemohou být kvůli spolehlivému čtení zaznamenány s takovou hustotou (potřebnou pro velké rozlišení) jako poziční čárky (resp. mezery) clonových pravítek a kol. Z kódového měřítka (pravítka) mohou být odečítány absolutní údaje polohy.

Čísla jsou zakódována v binárním kódu pomocí černých a bílých nebo neprůhledných a průhledných čtverečků. Každé poloze měřítka je jednoznačně přiřazeno číslo udávající jeho polohu. Kódové pravítka nebo úhломěry se používají k odměřování úhlu nebo k odměřování dráhy suportu posunovaného otáčejícím se kuličkovým šroubem nebo pastorkem přes ozubenou tyč.



Obr. 1.5 Lineární kódové pravítko



Obr. 1.6 Lineární kruhové měřítko

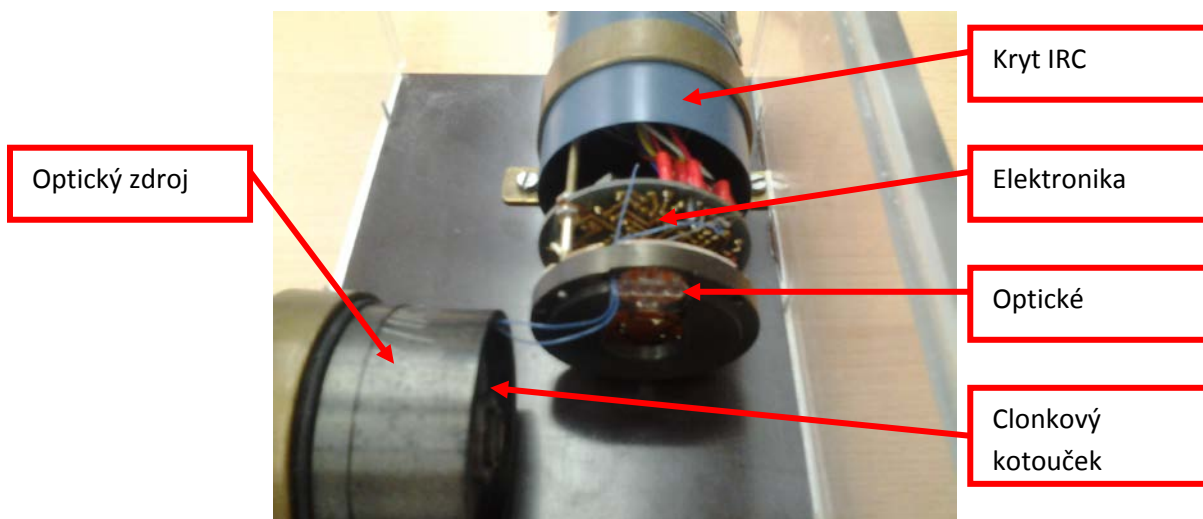


## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Vnitřní uspořádání inkrementální snímače úhlu natočení (IRC)

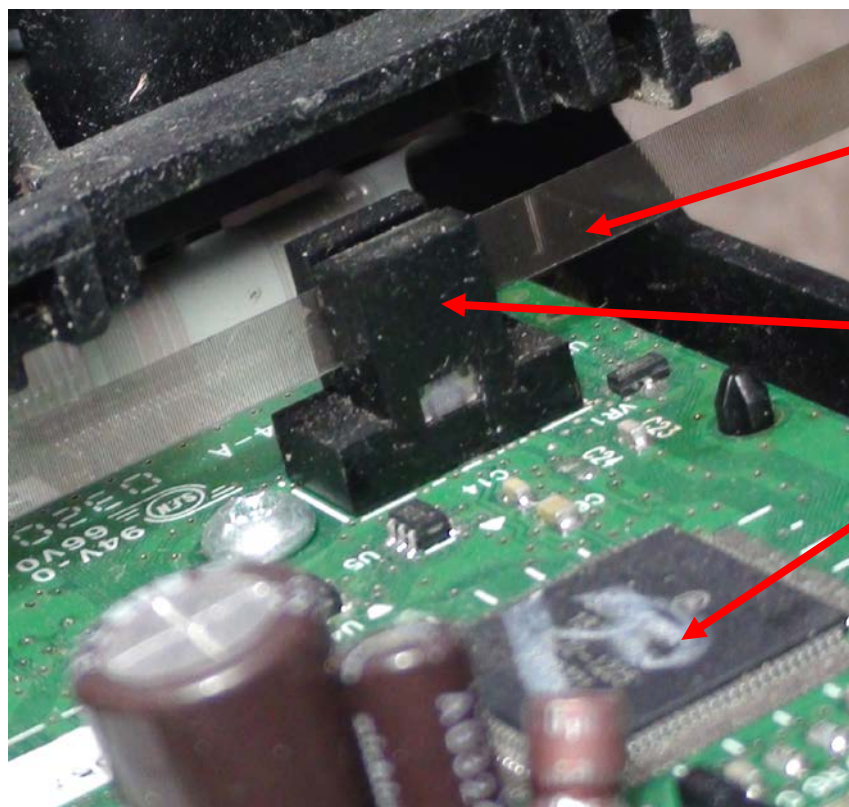


Obr. 1.7 Vnitřní uspořádání IRC snímače



Obr. 1.8 Detailní pohled na vnitřní uspořádání IRC snímače

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

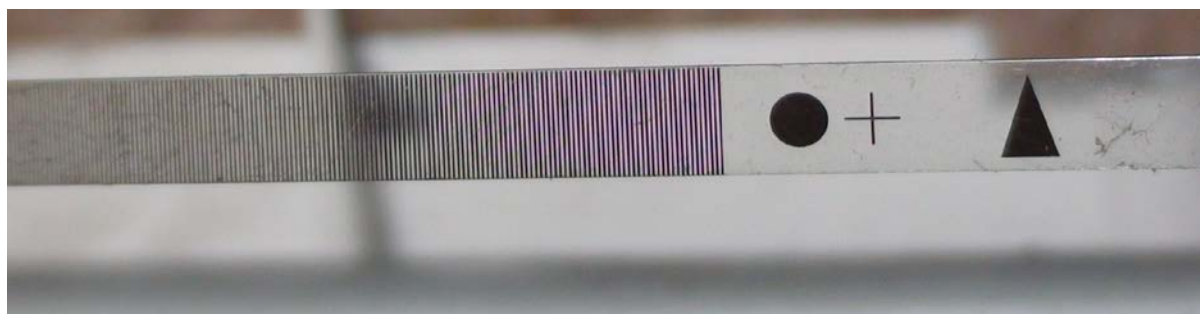


Pravítko s „drážkováním“  
(clonkové pravítko)

Optický snímač  
odměřovacího pravítka

Řídící a vyhodnocovací  
elektronika

Obr. 1.9 Reálné zapojení řídicího obvodu s inkrementálním odměřováním



Obr. 1.10 Detail „drážkování“ odměřovacího pravítka (čárové pravítko) pro inkrementální snímač polohy



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

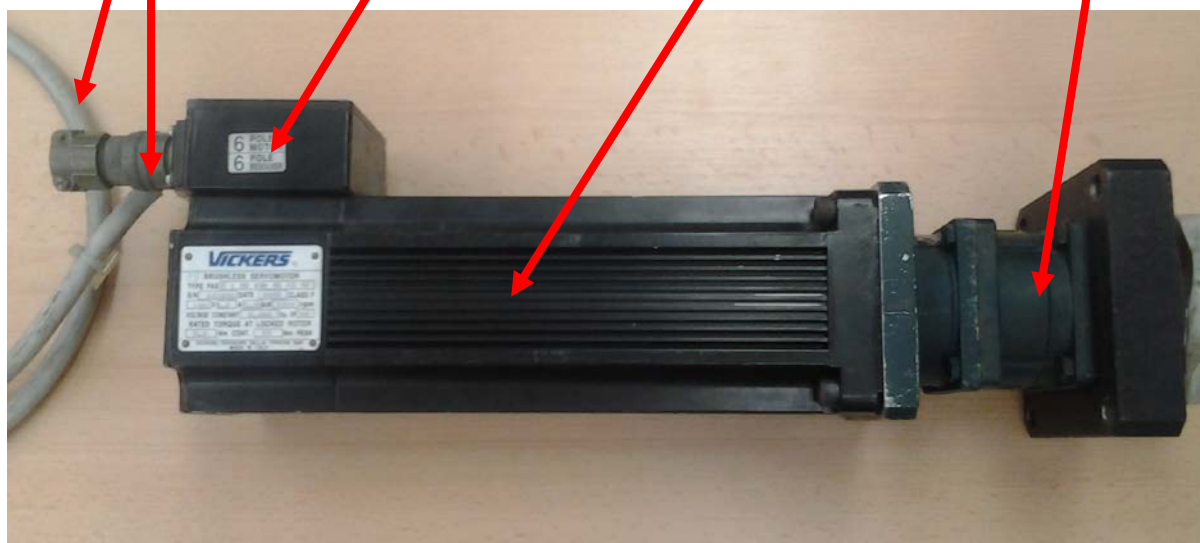


Napájecí kabel a  
výstup z odměřování

Inkrementální  
odměřovací systém

Pohonný systém  
servomotoru

Převodový  
mechanismus



Obr. 1.11 Reálné provedení servomotoru s integrovaným odměřovacím systémem



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Poděkování

Investice do rozvoje vzdělávání.

Tento výukový text je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.2.00/28.0206 „Inovace výuky podpořená praxí“.

## Literatura

- [1] Häberle, H.: *Průmyslová elektronika a informační technologie*, Europa-Sobotáles, Praha, 2003, ISBN 80-86706-04-4
- [2] Kreidl, M., Šmíd, R.: *Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu*, BEN, Praha, 2006, ISBN 80-7300-158-6
- [3] Martinek: *Senzory v průmyslové praxi*, BEN, Praha, 2004, ISBN 80-7300-114-4
- [4] Schmidt, D.: *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*, Europa-Sobotáles, Praha, 2005, ISBN 80-86706-10-9