

ČVUT v Praze, Fakulta strojní



**FAKULTA  
STROJNÍ  
ČVUT V PRAZE**

## **Technologie přístrojové techniky**

---

Justáž drátořezu

---

**Autor:** František KRÁČMAR

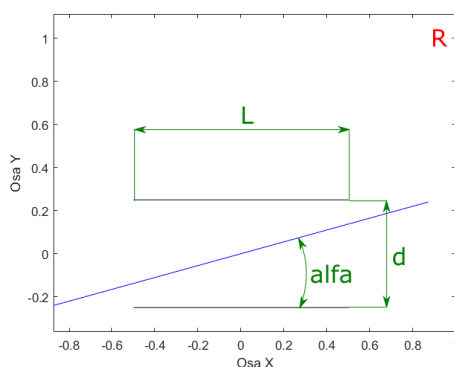
**Datum odevzdání:** tba

# 1 Úvod

Tato se zabývá justáží drátořezu tak, aby ve výsledku byl drát a díra, kterou drát prochází, souosé. Text je koncipován jako popis mnou vymyšleného postupu. Budou popsány jednotlivé kroky včetně komentářů a obrázků z vytvořené vizualizace. Vizualizace v MATLABu také slouží jako potvrzení funkčnosti tohoto postupu.

## 2 Rozbor problému

Před započítím samotného vyjiskřování je po počátečním ustavení drátořezu běžné, že nejsou samotný drát a pro něj připravená díra souosé, což může mít při samotném obrábění určité nevýhody. Tuto nesouosost lze vidět na obr. 1, jenž je řezem díry rovinou kolmou k osám X a Y, kterou by procházel drát pokud by byl úhel  $\beta$  nulový. Černé čáry znázorňují hrany díry o délce  $l$  a průměru  $d$ . Modrá čára znázorňuje drát. Bod R je bodem rotace, kolem kterého rotuje stůl drátořezu – pro postup justáže jsem uvažoval, že poloha tohoto bodu může být libovolná. Justáž lze považovat za úspěšnou, pakliže bude úhel svíraný osou X a drátem  $\alpha$  nulový.



Obrázek 1: Horní pohled

Analogicky bychom pak měli boční pohled na rovinu XZ, ve které drát svírá s osou X obecný úhel  $\beta$  (daný prostorovými možnostmi díry,

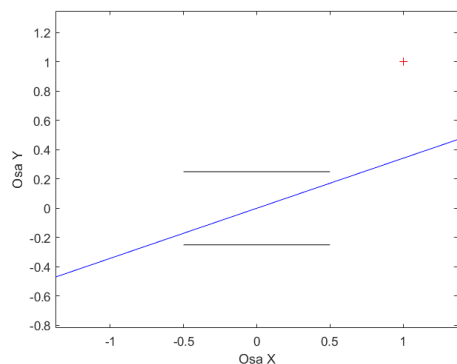
tedy vždy menší než  $90^\circ$ ). Tento úhel minimalizujeme ručním stavěním ve druhé části postupu.

### 3 Postup justáže

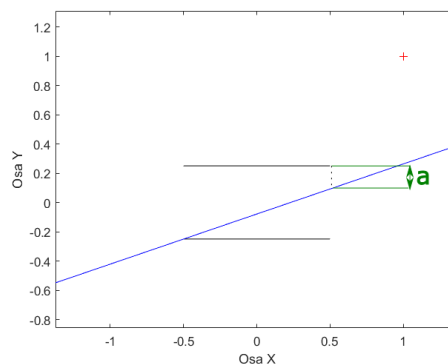
Pro snazší uchopení celého problému jsem si ho rozdělil do dvou částí s tím, že v každé budu minimalizovat jednu z úhlových odchylek ( $\alpha, \beta$ ).

#### 3.1 Horní pohled

1. Posuv z výchozí polohy (obr. 2a) ve směru osy  $Y+$  až na dotek (obr. 2b)



(a) Výchozí poloha



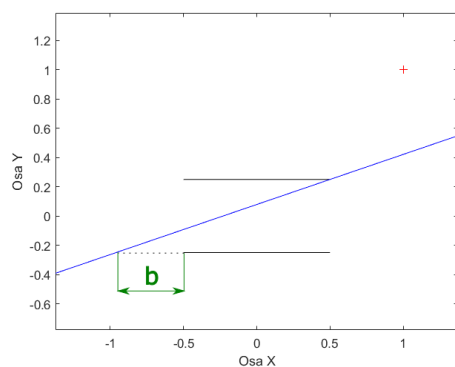
(b) Krok 1

Obrázek 2: Krok 1

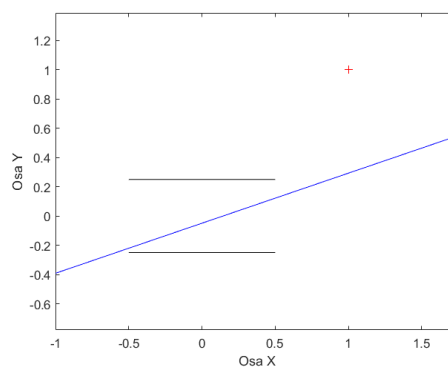
2. Posuv ve směru osy  $Y-$  až na dotek  
Stanovení rozměru  $a$ .

### 3. Posuv ve směru osy X- (X+) až na dotek

Stanovení rozměru  $b$ .



(a) Krok 2



(b) Krok 3

Obrázek 3: Kroky 2 a 3

Pakliže mohl stroj vykonat pouze pohyb ve směru osy X-, je úhel  $\alpha$  kladný, pokud ve směru osy X+, úhel je záporný.

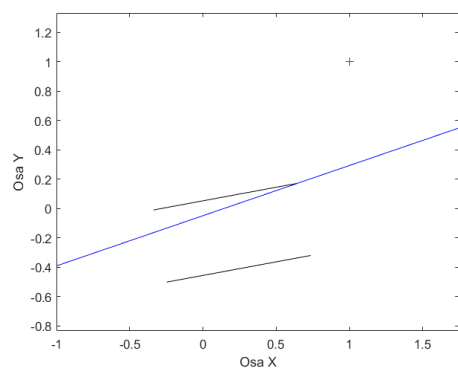
Úhel  $\alpha$  pak se vypočítá následovně:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{a}{b}\right). \quad (1)$$

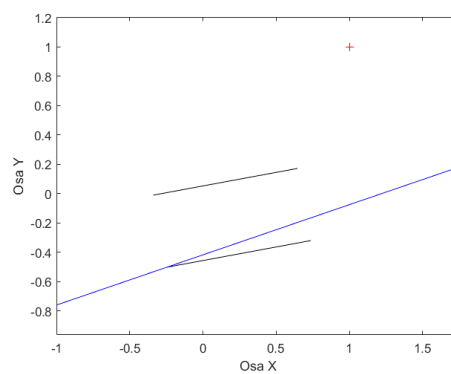
### 4. Rotace v požadovaném směru

Pokud dojde ke kontaktu s drátem dříve než je provedena rotace o úhel  $\alpha$  (obr. 4a), je proveden lineární posuv – viz obr. 4b. Tyto dva úkony (rotace a posuv) jsou opakovány do té doby, než je v součtu narotován úhel  $\alpha$  – viz obr. 5.

Jestliže by byl úhel  $\beta$  nenulový, docházelo by při rotaci kolem osy Z ke změně průměru  $d$  v pomyslné rovině řezu. Jelikož moje metoda s tímto rozměrem nepracuje je na něm nezávislá. Jediné co by se měnilo s nenulovým úhlem  $\beta$  je počet nutných kroků rotace.

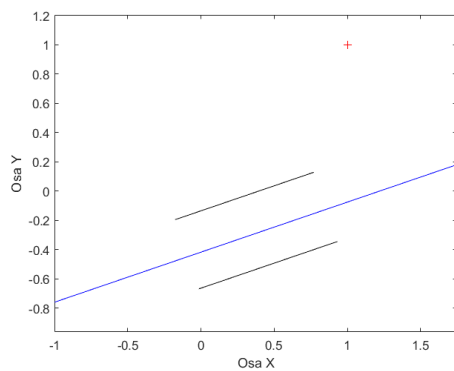


(a) Rotace po kontakt



(b) Lineární posuv Y+

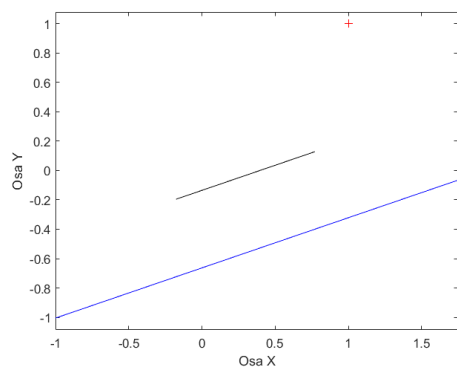
Obrázek 4: Krok 4



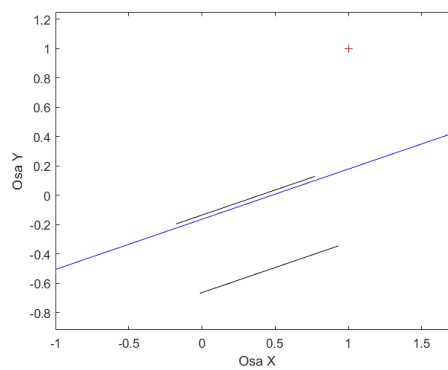
Obrázek 5: Krok 4 - dokončená rotace

5. Posuv ve směru osy  $Y+$  až na dotek

6. Posuv ve směru osy  $Y-$  až na dotek



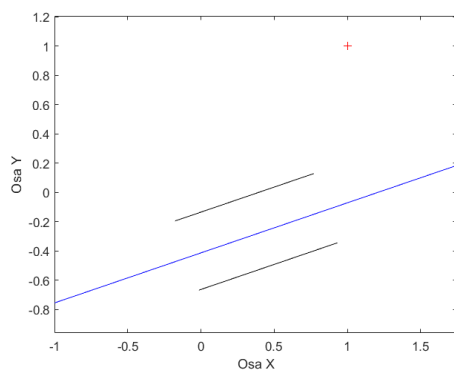
(a) Krok 5



(b) Krok 6

Obrázek 6: Kroky 5 a 6

7. Posuv ve směru osy  $Y+$  o polovinu předchozího posuvu



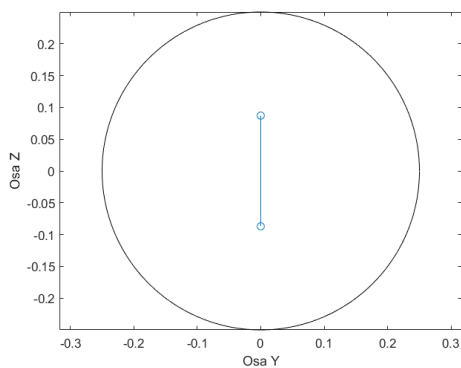
Obrázek 7: Krok 7 - finální centrování

### 3.2 Čelní pohled

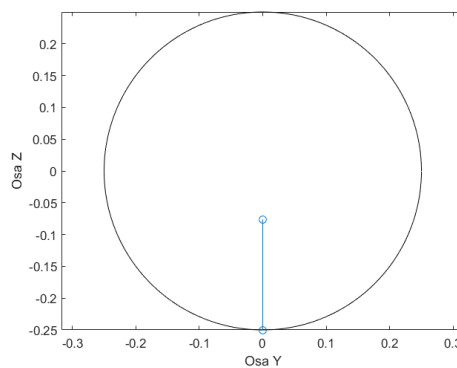
Pro minimalizaci úhlu  $\beta$  je postup analogický jako v případě úhlu pouze s tím rozdílem, že je rotaci po zjištění její potřebné velikosti nutné provést ručně, neboť jí daný stroj nedisponuje.

Vizualizace by z bočního pohledu byla identická jako v kap. 3.1, proto jsem se rozhodl udělat vizualizaci z čelního pohledu.

1. Posuv z výchozí polohy (obr. 8a) ve směru osy Z+ až na dotek (obr. 8b)



(a) Výchozí poloha



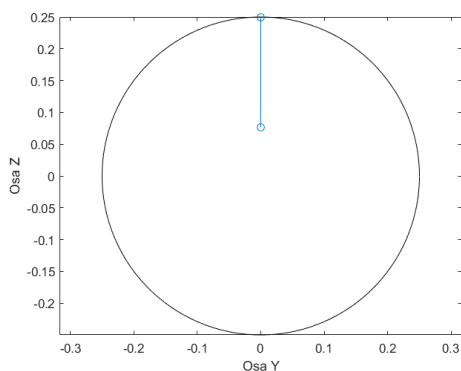
(b) Krok 1

Obrázek 8: Krok 1

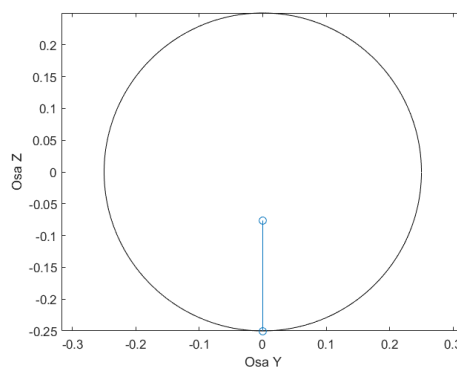
2. Posuv ve směru osy Z- až na dotek  
Stanovení rozměru  $a_2$ .

### 3. Posuv ve směru osy Y- (Y+) až na dotek

Stanovení rozměru  $b_2$ .



(a) Krok 2



(b) Krok 3

Obrázek 9: Kroky 2 a 3

Pakliže mohl stroj vykonat pouze pohyb ve směru osy Y-, je úhel  $\beta$  kladný, pokud ve směru osy Y+, úhel je záporný.

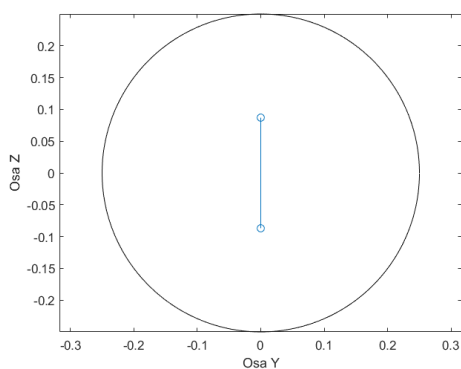
Úhel  $\beta$  pak se vypočítá následovně:

$$\beta = \arctan\left(\frac{a_2}{b_2}\right). \quad (2)$$

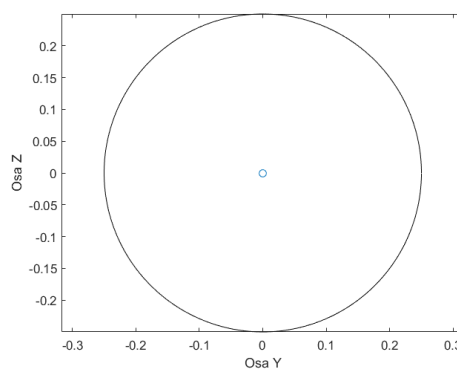


4. Návrat do výchozí polohy

5. Manuální rotace kolem osy X v požadovaném směru



(a) Krok 4

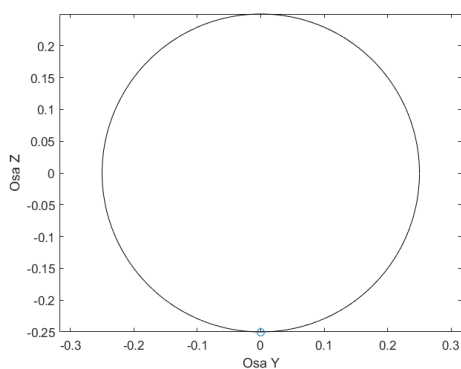


(b) Krok 5

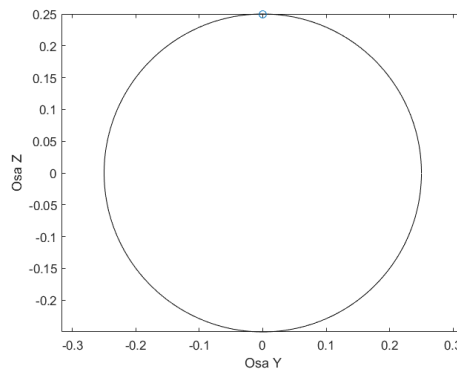
Obrázek 10: Kroky 4 a 5

6. Posuv ve směru osy Z+ až na dotek

7. Posuv ve směru osy Z- až na dotek



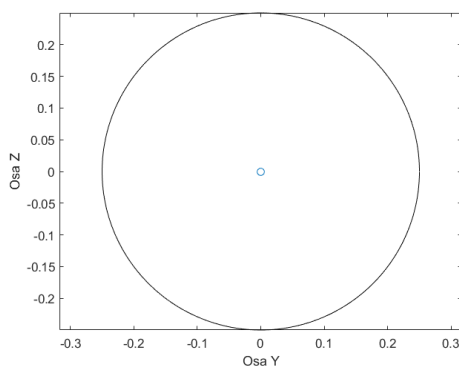
(a) Krok 6



(b) Krok 7

Obrázek 11: Kroky 6 a 7

#### 8. Posuv ve směru osy Z+ o polovinu předchozího posuvu



Obrázek 12: Krok 8 - finální centrování

## 4 Závěr

Úspěšně jsem navrhl algoritmus pro justáž drátořezu. Své úvahy jsem si ověřil vytvořením vizualizace v prostředí MATLAB, kdy jsem se snažil v maximální míře nevycházet z neznámých rozměrů.

Při vývoji algoritmu jsem narazil na několik slepých uliček. Některé se týkaly samotného justážního postupu, jiné softwarové vizualizace. Jako největší pokrok během vývoje algoritmu považuji odstranění průběžné navracení do výchozí polohy. Jednak to celý postup zbytečně zesložitovalo, také to bylo kvůli výpočtu úhlů z kratších vzdáleností citlivější na nepřesnosti měření vzdálenosti.

Co se týče vývoje vizualizace, bylo nejdůležitější si na začátku rozmyslet, jak budu s jednotlivými objekty (čarami) pracovat a jak budou zadefinované. Využití koncových bodů čar bylo vhodné pro lehčí představivost a také průběžné výpočty. Tato volba však zesložitovala některé analyticko geometrické výpočty, které jsem pro vizualizaci potřeboval (typicky třeba úhel svíraný dvěma přímkami nebo vzdálenost rovnoběžek).

Jednotlivé části justáže by se neměly ovlivňovat. Toto by se ve vizualizaci ověřovalo velmi špatně, proto je nutné ověření provést až na samotném stroji.