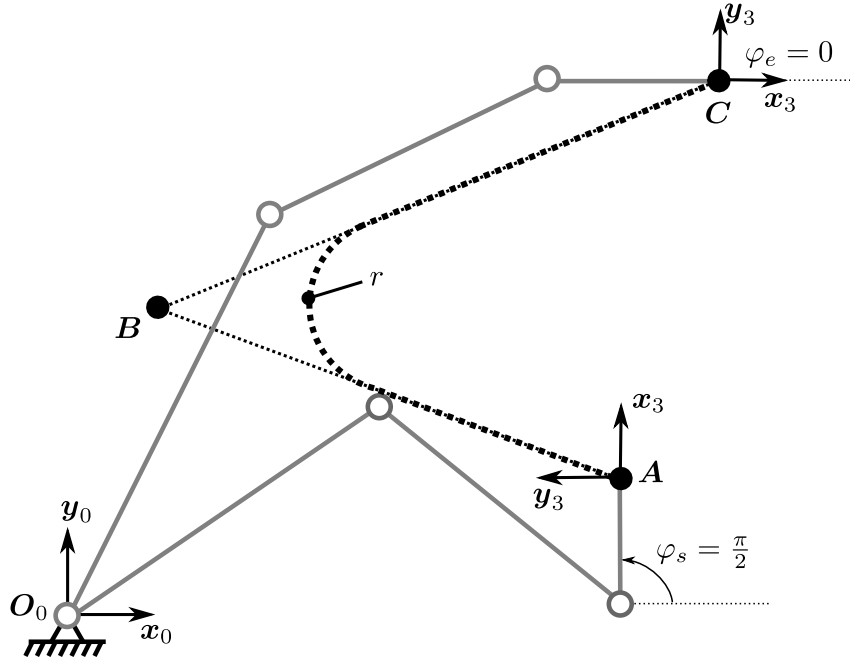


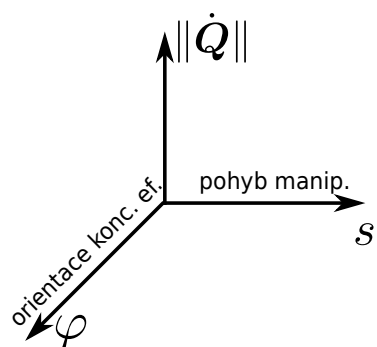
## 6 Orientace koncového efektoru

Nyní předpokládejte, že konc. efektor manipulátoru reprezentuje pracovní nástroj (např. šroubovák), který na počátku a na konci pohybu má utáhnout šroub, tedy orientace konc. efektoru je jednoznačně určena počátečním úhlem  $\varphi_s = \frac{\pi}{2}$  (na začátku trajektorie pohybu) a koncovým úhlem  $\varphi_e = 0$  (na konci trajektorie pohybu), viz Obrázek 1.

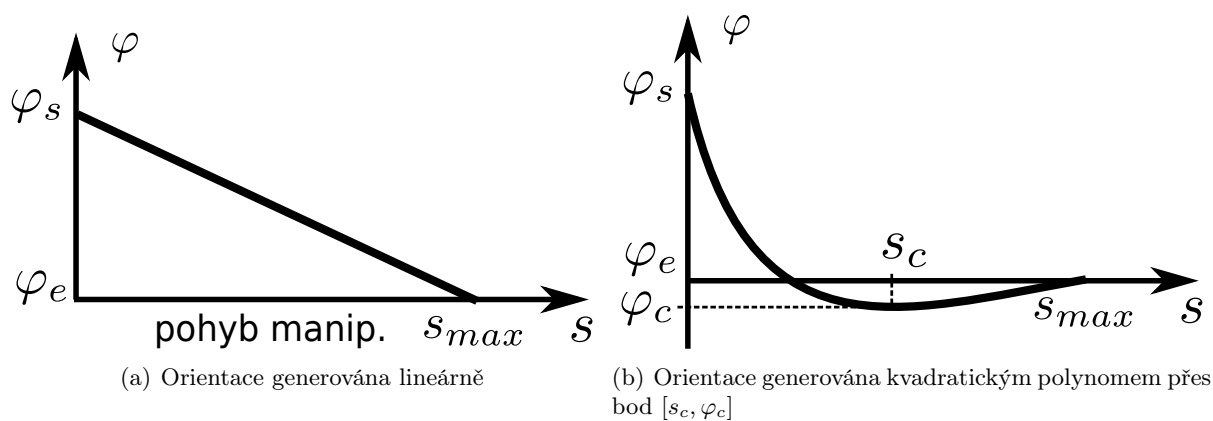


Obrázek 1: Požadovaná trajektorie manipulátoru včetně počáteční a koncové orientace konc. efektoru

1. Graficky znázorněte chování normy vektoru rychlostí kl. souřadnic, tzn.  $\|\dot{\mathbf{Q}}\|$ , podél trajektorie  $s \in \langle 0, s_{max} \rangle$  pro hodnoty orientace konc. efektoru v intervalu  $\varphi_s \in \langle -0.5, \frac{\pi}{2} \rangle$ , viz Obrázek 2.
2. Upravte generátor trajektorie z úlohy 4 tak, aby se na místo konstantní orientace konc. efektoru jeho orientace měnila lineárně podél trajektorie z hodnoty  $\varphi_s$  do hodnoty  $\varphi_e$ , tzn. generovaný průběh zobecněné souřadnice  $\varphi$  je dán Obrázkem 3(a). Znázorněte tento průběh do grafu z předchozího bodu a dále znázorněte graficky časové průběhy zobecněných a kloubových souřadnic (vč. derivací).
3. Diskutujte závislosti singulární polohy manipulátoru se získanými výsledky (časové průběhy kl. souřadnice) a problémy, které v tomto důsledku mohou nastat při řízení reálného systému.
4. Vzhledem k faktu, že nás zajímá pouze počáteční  $\varphi_s$  a koncová orientace  $\varphi_e$  konc. efektoru, navrhnete kvadratickou interpolaci, zobec. souřadnice  $\varphi$  tak, abyste zajistili plynulý pohyb manipulátoru (vyvarování se projetí v blízkosti sing. polohy), tzn. generovaný průběh zobecněné souřadnice  $\varphi$  je dán Obrázkem 3(b), kde  $[s_c, \varphi_c]$  je vhodně zvolený interpolační bod. Opět znázorněte interpolovanou křivku do grafu, viz Obrázek 2 a znázorněte graficky časové průběhy zobecněných a kloubových souřadnic. Porovnejte výsledky pro lineární a kvadratickou interpolaci úhlu  $\varphi$ , včetně absolutních hodnot rychlostí a zrychlení kl. souřadnic.



Obrázek 2: Grafické znázornění rychlostí kl. souřadnic podél trajektorie pro různé hodnoty orientace konc. ef.



Obrázek 3: Dvě možnosti generování orientace konc. efektoru