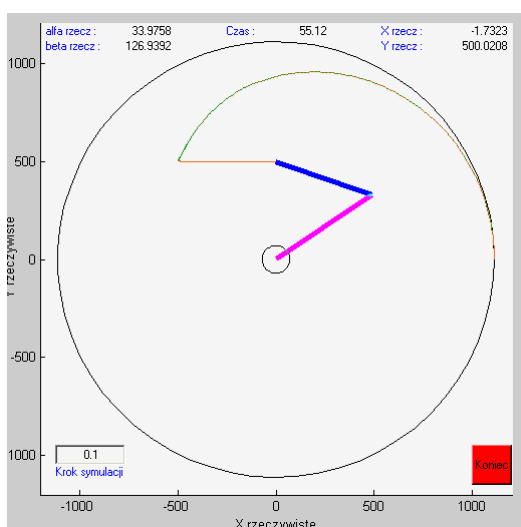


Robot typu SCARA - symulacja

Robot typu SCARA

Nazwa SCARA pochodzi od słów Selective Compliant Assembly Robot Arm (ew Selective Compliant Articulated Robot Arm). Ma on swoje początki Japonii, gdzie stworzono pierwszy prototyp ('81). Konstrukcja składa się z dwóch ramion umieszczonych na osiach, sztywnych wzdłuż osi Z, za to obracających się w płaszczyźnie XY. Taka konstrukcja jest często prostsza w montażu i wydajniejsza od suwnicowych robotów opartych bezpośrednio o układ kartezjański. Wiąże się z nią również wada – konieczność transformowania trajektorii z układu kartezjańskiego do układu opartego o kąty ramion, oraz bardziej złożony algorytm sterowania. Więcej uwag na temat algorytmu w miarę prezentacji jego wyników/osiągniętych trajektorii.

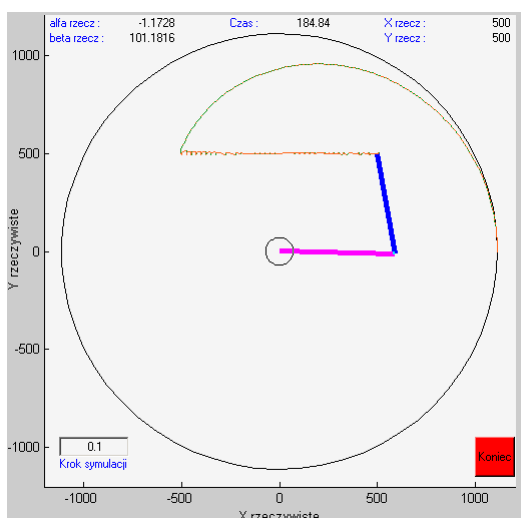
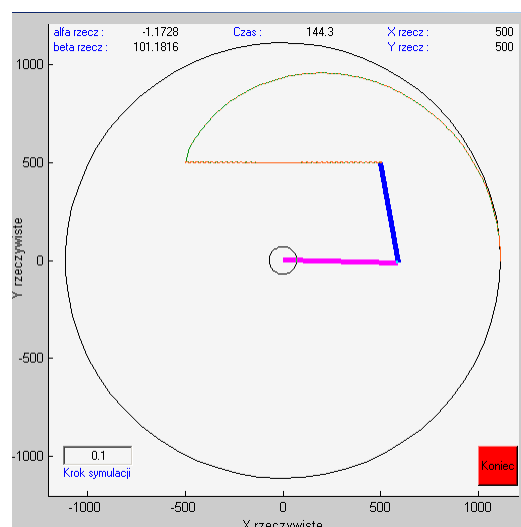


Słabe nastawy regulatorów.

Po lewej widać robota rysującego linię prostą. Do sterowania wykorzystano dwa regulatory PID, z identycznymi nastawami – $P=0.2$, pozostałe 0. Odzworowanie zadanego kształtu jest dzięki temu b. dobre, jednak prędkość pracy pozostawia wiele do życzenia.

Mocniejsze nastawy

Po prawej robot znów rysuje linię prostą. W stosunku do poprzedniego rysunku zmieniono tylko wartość obu P z 0.2 na 1.0. Widać znaczne przyspieszenie pracy, połączone niestety z utratą dokładności. Warto zwrócić uwagę na fakt, iż niedokładność odwzorowania linii nie jest „stała”, jej amplituda zmienia się w zależności od położenia.

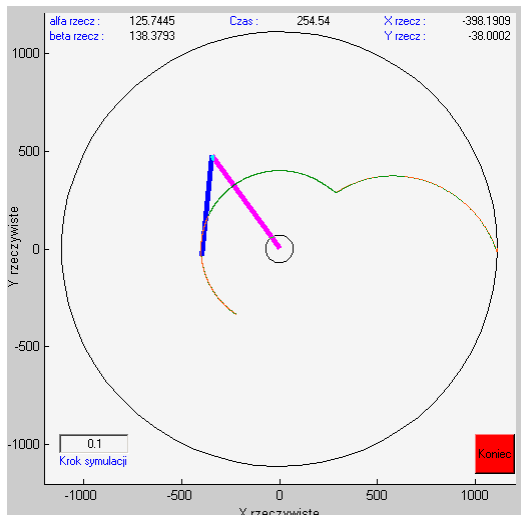


Bardzo mocne nastawy

Teraz robot pokonuje tą samą trasę z bardzo silnymi nastawami regulatorów – $P=10$, pozostałe bez zmian. Naszą uwagę zwrócił fakt, iż nawet 50-krotne zwiększenie wzmocnienia nie uniemożliwia pracy, jednak robot nie odtwarza już praktycznie trajektorii, raczej porusza się w jej pobliżu.

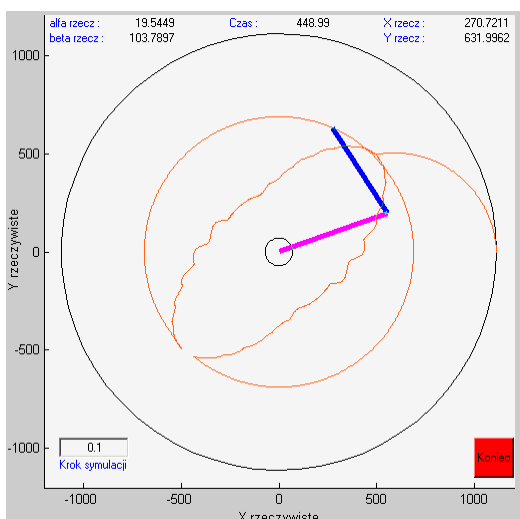
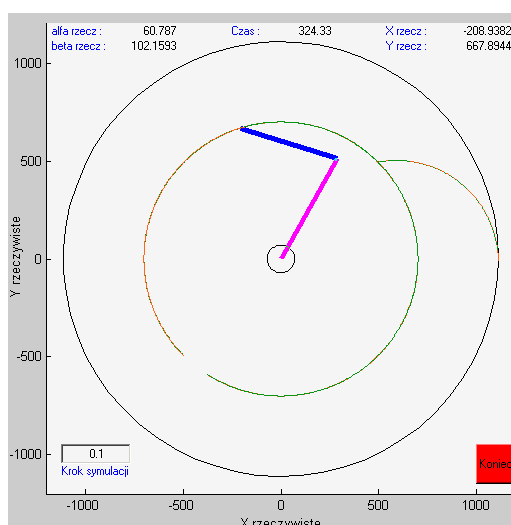
Rysowanie okręgu I

Rysunek przedstawi rysowanie okręgu dla delikatnych nastaw. Można na nim zauważyć zawrócenie ramienia przy osiągnięciu kąta około 225 stopni. Znajduje się tam martwa strefa, modelująca konieczność ograniczenia ruchu robota. Główną przyczyną ograniczeń jest używanie zwykłych przewodów do zasilania części mechanicznych.



Rysowanie okręgu II

Ten rysunek przedstawia trajektorię dla ruchu po okręgu. Widać martwe pole, będące momentami problemem, w szczególności w połączeniu z algorytmem zamieniającym zadaną trasę na punkty. Robot SCARA którego model badaliśmy przy przejściu przez strefę martwą obraca się korzystając tylko z jednego ramienia co jest odrobinę nieefektywne. Narysowana dotąd trajektorie są praktycznie identyczne niezależnie od nastaw – jeden kąt w ogóle się nie zmienia, a przesterowania na drugim nie wychodzą poza trajektorię.

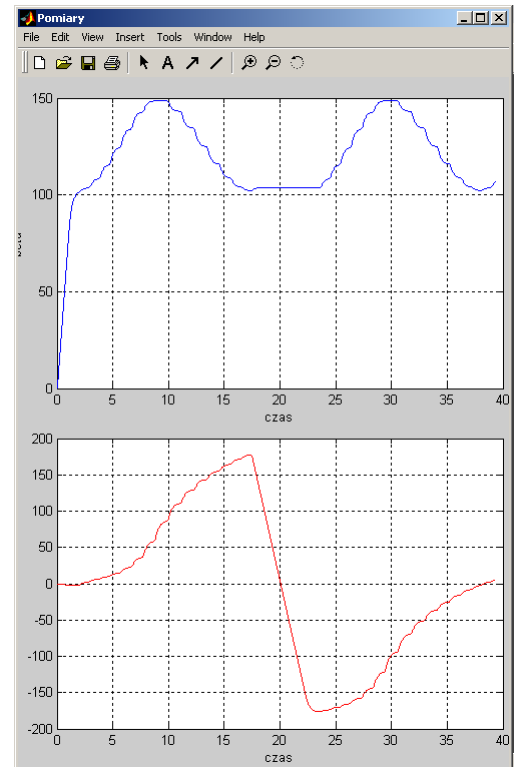
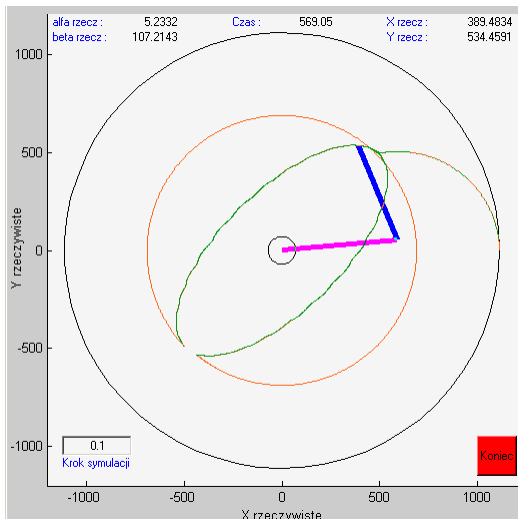


Rysowanie elipsy I

Nastawy które pozwalały szybko narysować powyższe okręgi (konkretnie P=10) okazują się być bardzo nieprzydatne dla prostej elipsy. Widać również jak duże problemy niesie ze sobą regulacja. Widać również iż elipsa jest bardziej poszarpana dla miejsc gdzie punkty rysowania był bliżej osi robota.

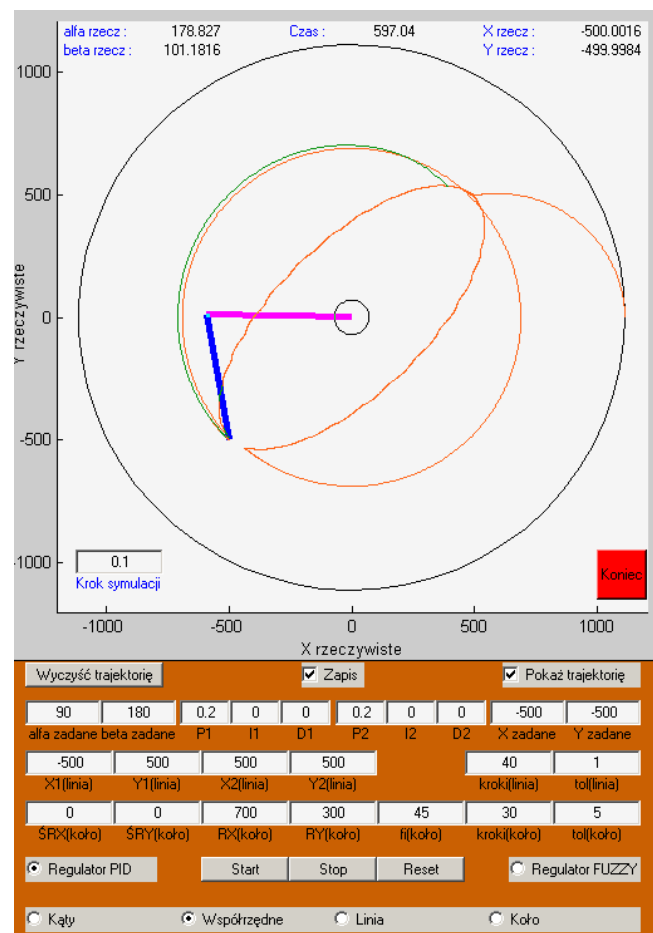
Rysowanie Elipsy - szczegóły

Dla rysowanie pokazanej już, współosiowej z robotem elipsy wykonaliśmy również szczegółowy wykres prezentujący kąty obu ramion. Widać na nim szczegółowo, że przy martwej strefie robot używa tylko wewnętrznego ramienia do zajęcia pozycji po drugiej stronie. Można też zwrócić uwagę, iż korzystając z bardziej zewnętrznego ramienia mógłby pokryć martwą strefę niezależnie od ograniczeń nałożonych na pierwsze ramie



Przemieszczenia punkt-punkt

Kolejny wykres prezentuje zadanie w którym Roboty typu SCARA sprawdzają się najlepiej – przemieszczenia między punktami. Tutaj niestety naniesiono tą trajektorię na już narysowaną elipsę, jednak dla nas istotny jest tylko zielony fragment wykresu. Robot bardzo sprawnie osiąga zadaną pozycję, a w takim zadaniu nie ma problemu z ciągłym niedokładnym pozycjonowaniem w punktach pośrednich. Warto również zwrócić uwagę że ten przebieg osiągnięto dla delikatnych nastaw – nieistotność drogi pośredniej pozwoliła nam skorzystać z błędu równego na początku prawie 180 stopni, co dobrze wpłynęło na szybkość robota w początkowej fazie ruchu.



Zależność jakości sterowania od odległości od osi głównej.

Ostatni zapis ruchu prezentuje rysowanie elipsy której trajektoria mija oś obrotu w b. bliskiej odległości. Warto zwrócić uwagę na silne pogorszenie jakości w miarę zbliżania się do tego środka, oraz wysoką sprawność z jaką regulator PID o nastawie $P=1$ osiąga w dalszych położeniach. Z obserwacji tego i podobnych wykresów wysnuiliśmy wniosek, iż sterowanie takim robotem wymagałoby regulatorów uwzględniających obecne położenia. Typowy regulator PID usuwa uchyb, który w tym przypadku odpowiada kątowi między ramionami. Jednak silnie nieliniowe zależności pomiędzy kątami, a współrzędnymi w układzie kartezjańskim sugerują konieczność dostosowywania nastaw do bieżącej sytuacji maszyny.

