

Sterowanie lizgowe SMC (ang. *Sliding Mode Control*) posiada szereg wla ciwo ci, które przes dziły o jego popularno ci: odporno na zakłócenia, doskonał i definiowaln dynamik , redukcy rz du układu, prostot implementacji, naturalno w sterowaniu urz dze energoelektronicznych (w przypadku bezpo redniego sterowania tranzystorami falownika). Układy sterowania ci głego charakteryzuj si jednak równie ryzykiem pojawienia si uchybu ustalonego i zjawiskiem okre lanym jako *chattering*, tj. widocznymi, niekorzystnymi oscylacjami sterowanych zmiennych. Jednym z głównych powodów tego zjawiska jest dyskretna implementacja układów sterowania, które zaprojektowano dla układów ci głych. Dyskretna wersja sterowania DSMC (ang. *Discrete SMC*) przejmuj e korzystne wla ciwo ci układów sterowania ci głego. Tym, co odró nia jednak układy sterowania dyskretnego DSMC od układów ci głych SMC jest:

- *Brak zjawiska chatteringu*. lizgowe sterowanie dyskretnie jest sterowaniem nie powoduj cym chatteringu, szczególnie, gdy czas próbkowania układu jest odpowiednio długi.
- *Praca w tzw. strefie granicznej otaczaj cej prost przeł czaj c*. Trajektorja fazowa układu DSMC nie znajduje si dokładnie na prostej przeł czaj cej, a w strefie j otaczaj cej. W zwi zku z tym układy DSMC okre la si czasami jako „quasi-SMC”.
- *Praca ze stał cz stotliwo ci*. Jest to w zapewnione poprzez u ycie mikroprocesora w układzie sterowania.
- *Konieczno wyboru dyskretnego modelu obiektu*.
- *Bezpo rednie uwzgl dnienie kroku całkowania*. Układy dyskretnie pozwalaj otrzyma wyra enia na sygnały steruj ce i parametry regulatorów w zale no ci od kroku próbkowania. Mo e to by przydatne na przykład w przemysłowych układach energoelektronicznych, które daj u ytkownikowi mo liwo wybrania cz stotliwo ci kluczowania.
- *Warunek istnienia ruchu lizgowego jest bardziej skomplikowany*. Warunek istnienia ruchu lizgowego dla układów ci głych, zapisany w formie dyskretniej nie jest warunkiem wystarczaj cym w układach cyfrowych – jest jedynie warunkiem koniecznym. Współczesne układy sterowania silnikami indukcyjnymi wymagaj cz sto znajomo ci niedost pnych pomiarowo zmiennych stanu, takich jak strumie stojana lub wirnika i zmiennych dost pnych pomiarowo, ale niemierzonych, takich jak moment elektromagnetyczny czy pr dko . Wszystkie ze wspomnianych zmiennych, dotychczas przewa nie estymowane przy wykorzystaniu estymatorów ci głych, mog by estymowane przy u yciu dyskretnych estymatorów lizgowych DSMO (ang. *Discrete Sliding Mode Observer*).

**Celem bada w projekcie b dzie wi c opracowanie i przetestowanie, w badaniach symulacyjnych i eksperymentalnych, dyskretnych algorytmów i układów sterowania i estymacji zmiennych stanu silnika indukcyjnego wykorzystuj cych ruch lizgowy.**

Zakres prac w ramach projektu podzielony zostanie na dwa główne nurty:

- dyskretnie układy sterowania lizgowego wszystkimi zmiennymi stanu silników indukcyjnych: pr dem (przy sterowaniu wektorowym równoznaczne ze sterowaniem momentem elektromagnetycznym), pr dko ci i poło eniem wału,
- dyskretnie estymatory zmiennych stanu silnika indukcyjnego wykorzystuj ce ruch lizgowy, ze szczególnym uwzgl dnieniem układów bez pomiaru pr dko ci k towej (ang. *speed-sensorless*).

Układy estymatorów zmiennych stanu i układów sterowania, pomimo swojej odr bnej funkcji w układzie nap dowym, wykazuj wiele cech wspólnych (wykorzystuj ten sam model matematyczny silnika elektrycznego), st d obecnie w projekcie obu powy szych zagadnie . W ramach projektu przeanalizowana zostanie równie współpraca dyskretnych układów sterowania lizgowego z klasycznymi (ci głymi) i dyskretnymi estymatorami zmiennych stanu silnika indukcyjnego i oceniona ich odporno na zmiany lub bł dy identyfikacji parametrów nap du.

W ramach projektu zrealizowane zostan badania o charakterze podstawowym dotycz ce dyskretnych algorytmów lizgowego sterowania i estymacji zmiennych stanu, z uwzgl dnieniem szeroko zakrojonych bada o charakterze symulacyjnym, zweryfikowanych nast pnie na laboratoryjnym stanowisku badawczym. W szczególno ci plan bada b dzie obejmował:

1. Krytyczn analiz ci głych i dyskretnych metod sterowania lizgowego w zastosowaniu do sterowania i estymacji zmiennych stanu nap dów z silnikami indukcyjnymi.
2. Opracowanie wybranych algorytmów i struktur dyskretnego sterowania lizgowego momentem elektromagnetycznym, pr dko ci i poło eniem silnika indukcyjnego.
3. Analiz porównawcz stabilno ci wybranych estymatorów zmiennych stanu i mo liwo ci ich zastosowania w strukturach dyskretnego sterowania lizgowego.
4. Opracowanie i analiz dyskretnych obserwatorów lizgowych do estymacji zmiennych stanu silnika indukcyjnego.
5. Opracowanie implementacji wybranych algorytmów dyskretnego sterowania i estymacji stanu dla silnika indukcyjnego w procesorze sygnałowym.
6. Realizacja bada eksperymentalnych i opracowanie wyników.

Otrzymane wyniki bada pozwol na utworzenie układów sterowania posiadaj cych wszystkie cechy sterowania lizgowego (odporno na zakłócenia i zmiany parametrów obiektu, doskonał i definiowaln dynamik ), uwzgl dniaj cych jednocze nie dyskretn natur działania współczesnych układów sterowania.

Opracowanie układów sterowania dyskretnego mo e pozwoli w przyszło ci na utworzenie przemysłowych falowników napi cia zapewniaj cych doskonał prac układów nap dowych, pozwalaj cych u ytkownikowi na wybór cz stotliwo ci pracy falownika (cz stotliwo ci „kluczowania”) w zale no ci od mocy zasilanego silnika. Podobnie, estymatory projektowane w sposób dyskretny pozwol na utworzenie efektywnych układów wyznaczaj cych niezbdne zmienne stanu oraz pr dko k tow , uwzgl dniaj cych jednocze nie sposób działania współczesnych układów sterowania, co pozwoli na zmniejszenie negatywnych efektów wynikaj cych z cyfrowej implementacji układów ci głych.

Wyniki prac przedstawione zostan na najwa niejszych konferencjach o zasi gu mi dzynarodowym (np. ISIE, IECON, EPE, IFAC) jak i ogólnopolskim (np. SENE, MMAR). Najbardziej warto ciowe wyniki prac zostan opublikowane w czasopi smach o zasi gu mi dzynarodowym (np. IEEE Transactions on Industrial Electronics, IEEE Transactions on Industrial Informatics, International Journal of Control) oraz krajowym (np. Biuletyn Polskiej Akademii Nauk, Przegl d Elektrotechniczny). Cz wyników bada , prowadzonych w ramach niniejszego projektu wejdzie w skład monografii habilitacyjnej wykonawcy projektu. Wyniki cz ci projektu (dotycz ce estymatorów stanu) b d równie stanowi głów n zawarto rozprawy doktorskiej uczestnika studiów doktoranckich w Politechnice Wrocławskiej, dla którego wnioskuje si o sfinansowanie stypendium.