Математичні моделі електричних машин та моделювання електромашиновентильних систем у MATLAB/Simulink

# 1. Теоретичні основи

Електричні машини описуються системами диференціальних рівнянь, які враховують електричні, магнітні та механічні процеси. Для вентильних електроприводів (наприклад, двигунів постійного струму з електронним комутатором) математична модель включає рівняння електричного кола, рівняння руху ротора та логіку керування ключами.

Типова модель двигуна постійного струму включає:  
- Рівняння струму: L·di/dt + R·i = U - E,  
- Електрорушійна сила: E = k·ω,  
- Механічне рівняння: J·dω/dt = k·i - M\_н.  
де L — індуктивність, R — опір, i — струм, U — напруга, E — ЕРС, ω — кутова швидкість, k — коефіцієнт, J — момент інерції, M\_н — навантажувальний момент.

# 2. Моделювання у MATLAB/Simulink

Для моделювання електромашиновентильних систем у Simulink використовуються такі блоки:  
- "Simscape Electrical" — для електричних компонентів,  
- "Scope" — для візуалізації сигналів,  
- "Pulse Generator" — для формування ШІМ,  
- "Gain", "Sum", "Integrator" — для реалізації математичних рівнянь.

У Simulink можна побудувати модель двигуна постійного струму з керуванням ШІМ, де:  
- джерело напруги керується імпульсним сигналом,  
- струм проходить через індуктивність і опір,  
- обчислюється момент і швидкість обертання ротора.

# 3. Приклад моделі двигуна постійного струму

У моделі використовуються блоки:  
- "DC Motor" (або реалізація вручну через рівняння),  
- "PWM Generator" — для керування ключами,  
- "H-Bridge" — для реалізації комутації,  
- "Mechanical Rotational Reference" — для механічної частини.

# 4. Практикум: Побудова моделі вентильного електроприводу

Завдання:  
1. Створити нову модель у Simulink.  
2. Додати блоки: джерело напруги, індуктивність, опір, двигун, навантаження.  
3. Реалізувати керування ШІМ через "Pulse Generator".  
4. Вивести графіки струму, швидкості та моменту на "Scope".  
5. Провести аналіз впливу навантаження на динаміку системи.

Рекомендації:  
- Використовуйте "Simscape Electrical" для точного моделювання.  
- Налаштуйте параметри двигуна згідно з паспортними даними.  
- Застосовуйте логіку керування для реалізації комутації фаз.