

1 变压器

(1) 变压器的磁链方程

式(1)和(2)给出了变压器各绕组的磁链方程:

$$\psi_1(t) = L_1 i_1(t) + M i_2(t) \quad (1)$$

$$\psi_2(t) = M i_1(t) + L_2 i_2(t) \quad (2)$$

(2) 变压器的电压方程

式(3)和(4)给出了变压器各绕组的电压方程:

$$u_1(t) = \frac{d\psi_1(t)}{dt} + r_1 i_1(t) \quad (3)$$

$$u_2(t) = \frac{d\psi_2(t)}{dt} + r_2 i_2(t) \quad (4)$$

(3) 变压器的转子运动方程

变压器不存在转子运动方程.

2 直流电动机

(1) 直流电动机的磁链方程

式(5), (6), (7)和(8)给出了直流电动机各绕组的磁链方程:

$$\psi_d(t) = L_d i_d(t) + M_{ad} i_{fd}(t) \quad (5)$$

$$\psi_q(t) = L_q i_q(t) + M_{aq} i_{fq}(t) \quad (6)$$

$$\psi_{fd}(t) = M_{ad} i_d(t) + L_{fd} i_{fd}(t) \quad (7)$$

$$\psi_{fq}(t) = M_{aq} i_q(t) + L_{fq} i_{fq}(t) \quad (8)$$

(2) 直流电动机的电压方程

式(9), (10), (11)和(12)给出了直流电动机各绕组的磁链方程:

$$u_d(t) = \frac{d\psi_d(t)}{dt} - \omega_r(t) \psi_q(t) + r_d i_d(t) \quad (9)$$

$$u_q(t) = \frac{d\psi_q(t)}{dt} + \omega_r(t) \psi_d(t) + r_q i_q(t) \quad (10)$$

$$u_{fd}(t) = \frac{d\psi_{fd}(t)}{dt} + r_{fd} i_{fd}(t) \quad (11)$$

$$u_{fq}(t) = \frac{d\psi_{fq}(t)}{dt} + r_{fq} i_{fq}(t) \quad (12)$$

直流电动机的转子运动方程

式(13)给出了直流电动机电磁转矩 T_e 与转子电流 i_d , i_q 以及转子磁链 ψ_d , ψ_q 的关系:

$$T_e(t) = \psi_d(t) i_q(t) - \psi_q(t) i_d(t) \quad (13)$$

式(14)和(15)给出了直流电动机的转子运动方程:

$$\frac{d\theta_r(t)}{dt} = \omega_r(t) \quad (14)$$

$$J \frac{d\omega_r(t)}{dt} = T_e(t) - T_m(t) \quad (15)$$

3 同步发电机

(1) 同步发电机的磁链方程

式(16), (17), (18), (19)和(20)给出了同步发电机的磁链方程:

$$\psi_d(t) = -L_d i_d(t) + L_{ad} I_{fd}(t) + L_{ad} I_{ld}(t) \quad (16)$$

$$\psi_q(t) = -L_q i_q(t) + L_{aq} I_{lq}(t) \quad (17)$$

$$\psi_{fd}(t) = -L_{ad} i_d(t) + L_{ffd} I_{fd}(t) + L_{ad} I_{ld}(t) \quad (18)$$

$$\psi_{ld}(t) = -L_{ad} i_d(t) + L_{ad} I_{fd}(t) + L_{lld} I_{ld}(t) \quad (19)$$

$$\psi_{lq}(t) = -L_{aq} i_q(t) + L_{llq} I_{lq}(t) \quad (20)$$

(2) 同步发电机的电压方程

式(21), (22), (23), (24)和(25)给出了同步发电机的电压方程:

$$u_d(t) = \frac{d\psi_d(t)}{dt} - \omega_r(t) \psi_q(t) - r_a i_d(t) \quad (21)$$

$$u_q(t) = \frac{d\psi_q(t)}{dt} + \omega_r(t) \psi_d(t) - r_a i_q(t) \quad (22)$$

$$U_{fd}(t) = \frac{d\psi_{fd}(t)}{dt} + R_{fd} I_{fd}(t) \quad (23)$$

$$0 = \frac{d\psi_{ld}(t)}{dt} + R_{ld} I_{ld}(t) \quad (24)$$

$$0 = \frac{d\psi_{lq}(t)}{dt} + R_{lq} I_{lq}(t) \quad (25)$$

(3) 同步发电机的转子运动方程

式(26)给出了同步发电机电磁转矩 T_e 与转子电流 i_d , i_q 以及转子磁链 ψ_d, ψ_q 的关系:

$$T_e(t) = \psi_d(t) i_q(t) - \psi_q(t) i_d(t) \quad (26)$$

式(27)和(28)给出了同步发电机的转子运动方程:

$$\frac{d\delta(t)}{dt} = \omega_r(t) - \omega_s(t) \quad (27)$$

$$J \frac{d\omega_r(t)}{dt} = T_m(t) - T_e(t) \quad (28)$$

4 异步电动机

(1) 异步电动机的磁链方程

式(29), (30), (31)和(32)给出了异步电动机的磁链方程:

$$\psi_{d,s}(t) = L_s i_{d,s}(t) + M_m i_{d,r}(t) \quad (29)$$

$$\psi_{q,s}(t) = L_s i_{q,s}(t) + M_m i_{q,r}(t) \quad (30)$$

$$\psi_{d,r}(t) = M_m i_{d,s}(t) + L_r i_{d,r}(t) \quad (31)$$

$$\psi_{q,r}(t) = M_m i_{q,s}(t) + L_r i_{q,r}(t) \quad (32)$$

(2) 异步电动机的电压方程

式(33)和(34)给出了异步电动机定子绕组的电压方程:

$$u_{d,s}(t) = \frac{d\psi_{d,s}(t)}{dt} - \omega_s(t) \psi_{q,s}(t) + r_s i_{d,s}(t) \quad (33)$$

$$u_{q,s}(t) = \frac{d\psi_{q,s}(t)}{dt} + \omega_s(t) \psi_{d,s}(t) + r_s i_{q,s}(t) \quad (34)$$

式(35)定义了转子滑差 s :

$$s(t) = \frac{\omega_s(t) - \omega_r(t)}{\omega_s(t)} \quad (35)$$

式(36)和(37)给出了异步电动机转子绕组的电压方程:

$$u_{d,r}(t) = \frac{d\psi_{d,r}(t)}{dt} - s(t) \omega_s(t) \psi_{q,r}(t) + r_r i_{d,r}(t) \quad (36)$$

$$u_{q,r}(t) = \frac{d\psi_{q,r}(t)}{dt} + s(t) \omega_s(t) \psi_{d,r}(t) + r_r i_{q,r}(t) \quad (37)$$

(3) 异步电动机的转子运动方程

式(38)给出了异步电动机电磁转矩 T_e 与转子电流 i_d, i_q 以及转子磁链 ψ_d, ψ_q 的关系:

$$T_e(t) = \psi_d(t) i_q(t) - \psi_q(t) i_d(t) \quad (38)$$

式(39)给出了异步电动机的转子运动方程:

$$J \frac{d\omega_r(t)}{dt} = T_m(t) - T_e(t) \quad (39)$$