

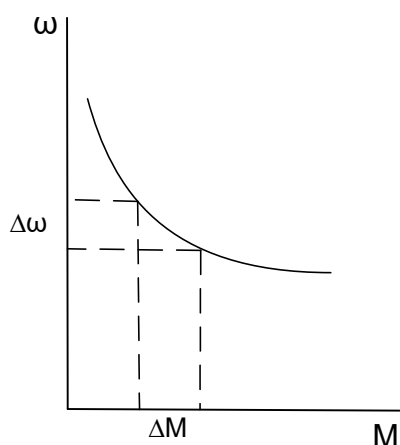
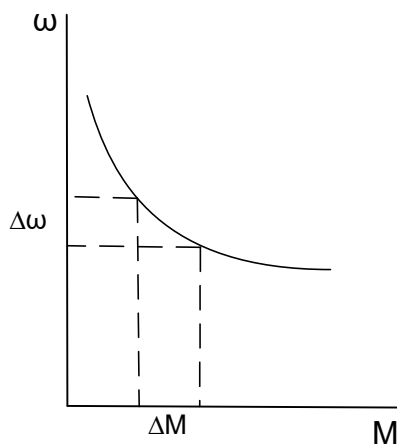
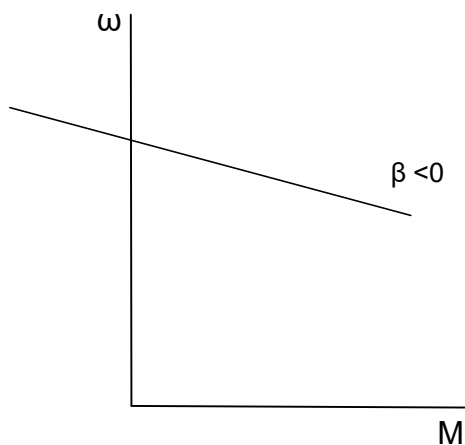
Переходные процессы в электроприводах

Переходным процессом называется переход из одного установившегося состояния или статическое в другое.

Переходный процесс вызывают возмущающимися воздействиями это когда со стороны вала механизма дискретно или по иному закону меняется момент статический. 2 По управляющему воздействию это когда изменяется величина задающего воздействия (U, R, Φ, f, \dots)

Для того чтобы обобщать анализ переходных процессов вводят постоянные времени переходных процессов, т.е.

1) электромеханическая постоянная времени T_M
$$T_M = 0,02 - 0,1 \text{ с}; T_M = \frac{Jr}{(k\Phi)^2} = \frac{J}{|\beta|}, \beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega}.$$



2) электромагнитная постоянная времени

$T_{\text{я}} = T_{\text{э}} = \frac{L_{\text{я}}}{r_{\text{я}}}$, $T_{\text{я}} = 0,02 - 0,1 \text{ с}$, $T_{\text{в}} = \frac{L_{\text{в}}}{r_{\text{в}}}$, $T_{\text{у}} = \frac{L_{\Sigma\text{у}}}{r_{\Sigma\text{у}}}$, $T_{\text{в}} = \text{от } 0,1 \text{ до } 4 \text{ с}$, $T_{\text{у}} = 0,07 \text{ до } 0,002 \text{ с}$.

! При реостатном регулировании электромагнитная постоянная времени не учитывается.

$T_{\text{я}} = 0$, $L_{\text{я}} = 0$, $T_{\text{М}} = \frac{J \cdot (r_{\text{я}} + r_{\text{д}})}{(\text{кФ})^2} \uparrow$, $T_{\text{я}} = \frac{L}{(r_{\text{я}} + r_{\text{д}})} \downarrow$ существенно уменьшается.

3) постоянная времени нагрева

$T_{\text{н}} = \frac{C}{A}$, С-теплоёмкость, А-теплоотдача.

Маленький двигатель 2 мин, большой двигатель 4 часа. Постоянная времени $T_{\text{н}}$ намного больше $T_{\text{я}}$ и $T_{\text{М}}$.

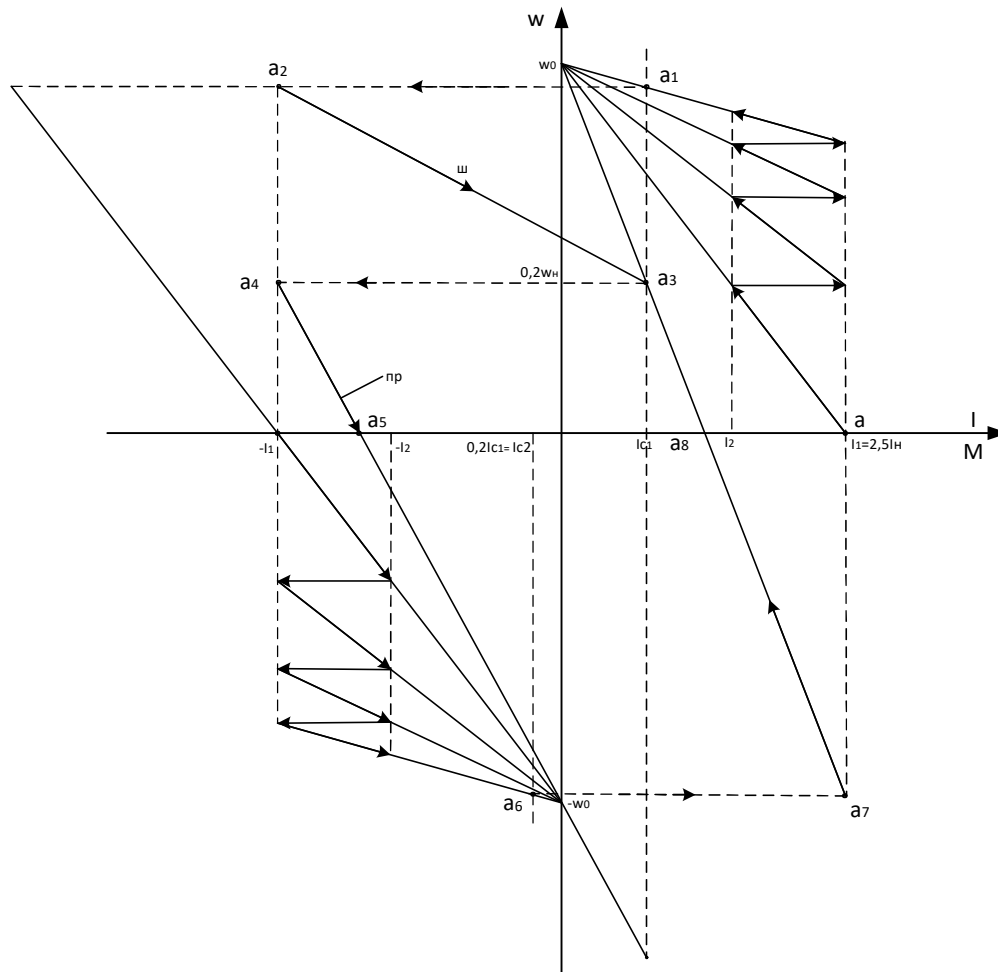
M_c -реактивный

ЭП с ДПТ параллельного возбуждения

J_Σ -приведенный момент инерции к валу двигателя (с учётом самого двигателя)

$J_\Sigma' = 0,2J_\Sigma$ - при движении без нагрузки

В 3 ступени



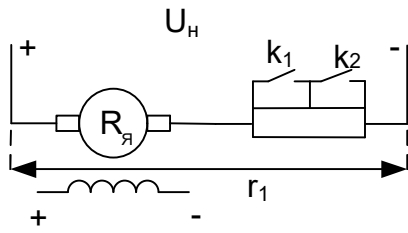
$$I_{c1} = \frac{M_{c1}}{k\Phi_H}$$

1.2. по расчётной $P_{расч} = M_c \cdot \omega_{расч} \cdot K_{зап}$

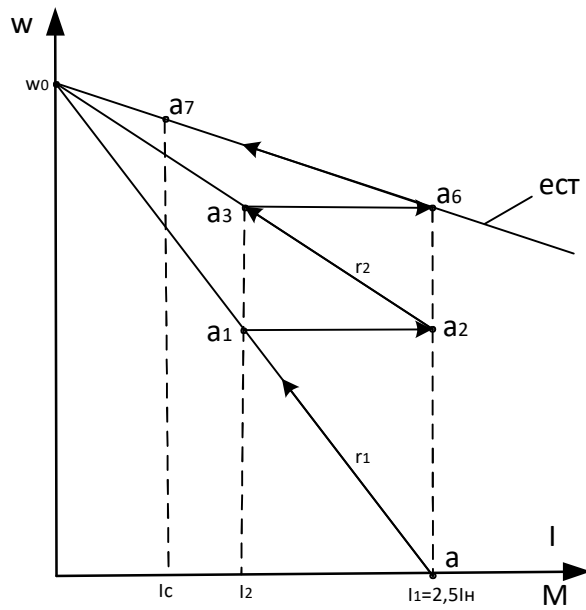
Выбрать двигатель ДПТ параллельного возбуждения П-серия по Вешеневскому, по расчёт мощности и рабочей скорости .

1.3. построить механические или электромеханические характеристики, пуск в 3 ступени, торможение противовключением, получение понижения $0,2\omega$, режим противовключения, определить параметры размеров.

III Ступенчатый реостатный пуск .



$$I = \frac{U_H - c \cdot \omega}{r}, M - M_c = J \frac{d\omega}{dt}, r_2 < r_1$$



$$\omega = \omega_c + (\omega_{\text{нач}} - \omega_c) \cdot e^{-t/T_M} \quad (1),$$

$$I = I_c + (I_{\text{нач}} - I_c) \cdot e^{-t/T_M} \quad (2),$$

$$M = M_c + (M_{\text{нач}} - M_c) \cdot e^{-t/T_M} \quad (3),$$

В точке a_1

$$a a_1 I_2 = I_c + (I_1 - I_c) \cdot e^{-t_1/T_{M1}} \quad (4),$$

$$t_{\text{пуск1}} = T_{M1} \cdot \ln \frac{I_1 - I_c}{I_2 - I_c} \quad (5),$$

$I_{\text{уч.}}$, Н.У.

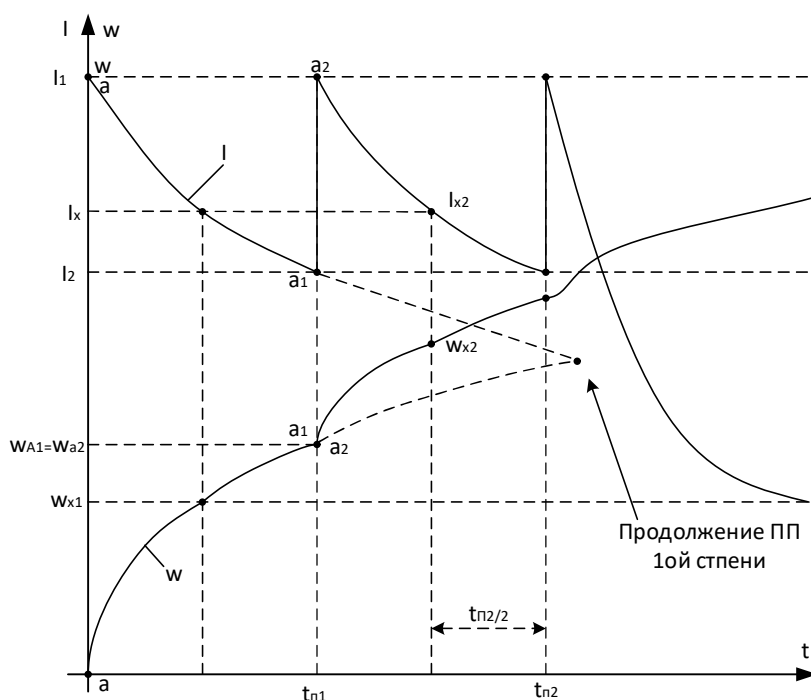
$$I_c = I_c, I_{\text{нач.}} = I_1, \omega_{\text{нач}} = 0, \omega_c = \omega_{ai}, T_{M1} = \frac{J \cdot r_1}{k \cdot \Phi_H}.$$

1 ступень

t	0	$t_{п1}$
ω	0	ω_{a1}
I	I_1	I_2

2 ступень

0	$t_{п2}/2$	$t_{п2}$
I_1	I_{x2}	I_2
ω_{a2}	ω_2	ω_{a3}



$$t_{п1}/2, I_x = I_c + (I_{нач} - I_c) \cdot e^{\frac{t_{п1}/2}{T_{M1}}}, \omega_x = \omega_c + (\omega_{нач} - \omega_c) \cdot e^{\frac{t_{п1}/2}{T_{M1}}},$$

$$t_{п2} < t_{п1}$$

2 ступень Н.У.

$$t_{п2}/2, t_{п2} = T_{M2} \cdot \ln \frac{I_1 - I_c}{I_2 - I_c}, I_c = I_c,$$

$$\omega_{\text{нач}} = \omega_{a2},$$

$$\omega_c = \omega_{a3c},$$

$$I_{\text{нач}} = I_1,$$

$t_{\text{п}}$ на второй ступени будет уменьшаться из-за того, что уменьшается сопротивление и соответственно T_M

3 участок

t	T_M	$2 \cdot T_M$	$3 \cdot T_M$	$4 \cdot T_M$	$5 \cdot T_M$
ω	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_5
I	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5

Н.У.

$$T_{\text{Мест}} = \frac{J \cdot r_{\text{я}}}{c^2}, I_{\text{нач}} = I_1, I_c = I_c, \omega_{\text{нач}} = \omega_{a6}, \omega_c = \omega_{a7}.$$

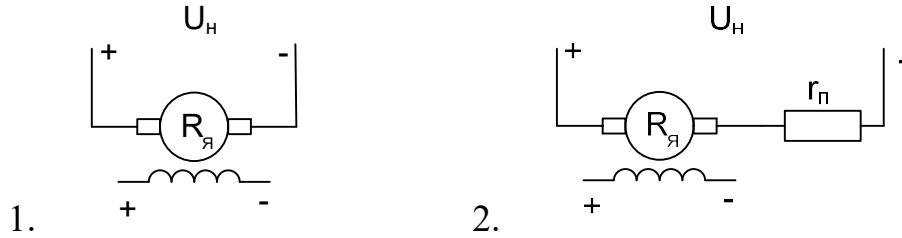
Данная пусковая диаграмма позволяет строить систему управления по контролю за изменением тока от I_1 до I_2 - управление по принципу тока. Если используется реле времени, т.к. известно из диаграммы время разгона на каждой ступени, то такая схема называется схема управления по принципу времени. Параллельно якорю можно включать реле напряжения и настраивать их срабатывание на определенную ЭДС (скорость), которая равна $C\omega_{\text{сраб}}$ такое управление называется управлением по принципу скорости. Рассматривая эту диаграмму можно заключить, что время пуска на каждой из ступени по мере пуска уменьшается, т.к. уменьшается T_M (в формуле $t_{\text{пуск}}$), а значение под логарифмом остаётся неизменным. При пуске назад не смотря на то, что уравнение движения может меняться и время переходного процесса будет происходить быстрее, перенастройку диаграммы не производят. Чаще всего перенастройку производят, если в каком-либо из режимов двигательном или основном ток превышает допустимый.

Расчёт тахограмм для двигателей постоянного тока смешанного и последовательного возбуждения, асинхронного двигателя допускается производить этим же методом, т.к. пуск происходит при больших токах, => насыщенной машине, т.е. практически при неизменном токе, => на прямых участках характеристики.

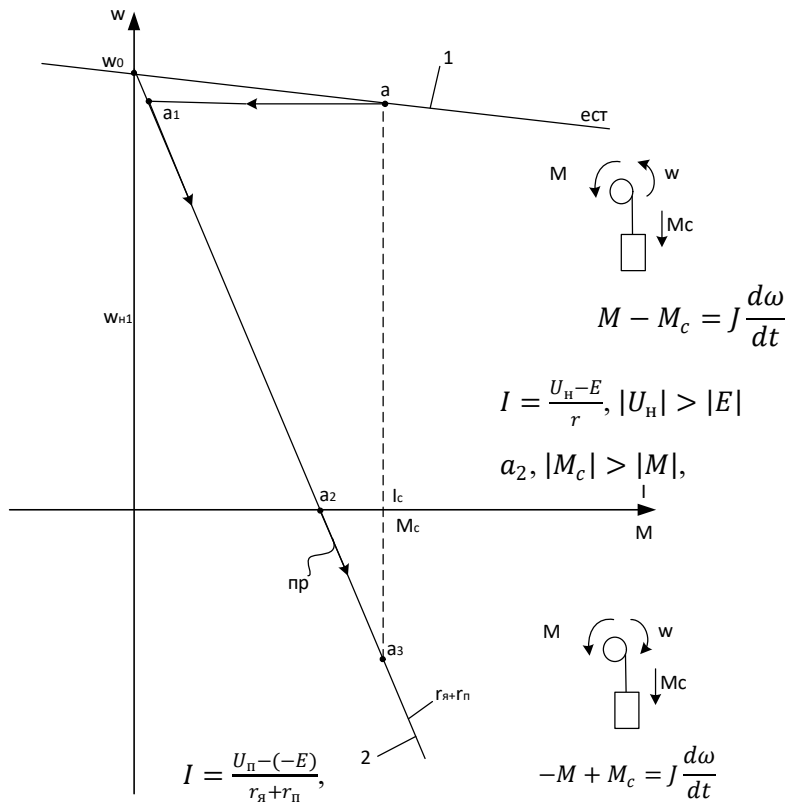
Переходные процессы в тормозных режимах.

1ПП в режиме противовключения (линейные механические характеристики)

а) нагрузка активная



Если из 1 быстро переключить в 2 при достаточно большом сопротивлении, то двигатель при неизменных оборотах перейдёт на характеристику 2 и может работать на участке режима противовключения.



$$\omega = \omega_c + (\omega_{\text{нач}} - \omega_c) \cdot e^{-t/T_M} \quad (1),$$

$$I = I_c + (I_{\text{нач}} - I_c) \cdot e^{-t/T_M} \quad (2),$$

Н.У.

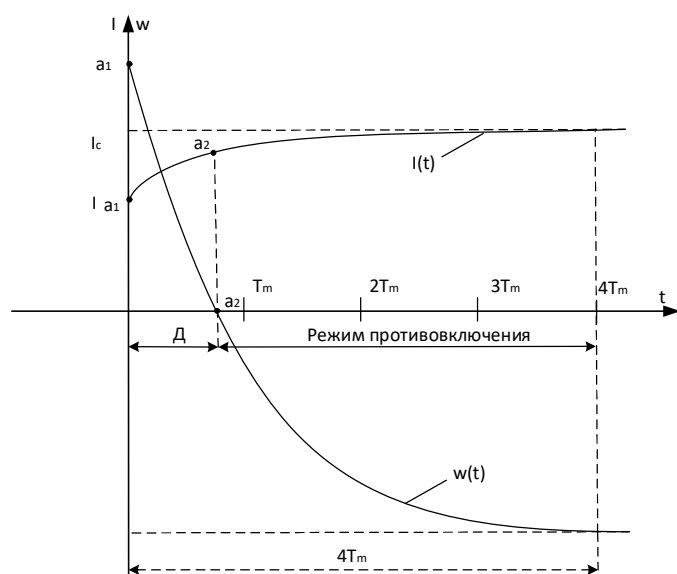
$$T_{M1} = \frac{J \cdot (r_я + r_п)}{(K \cdot \Phi_H)^2},$$

$$\omega_{\text{нач}} = \omega_{a1},$$

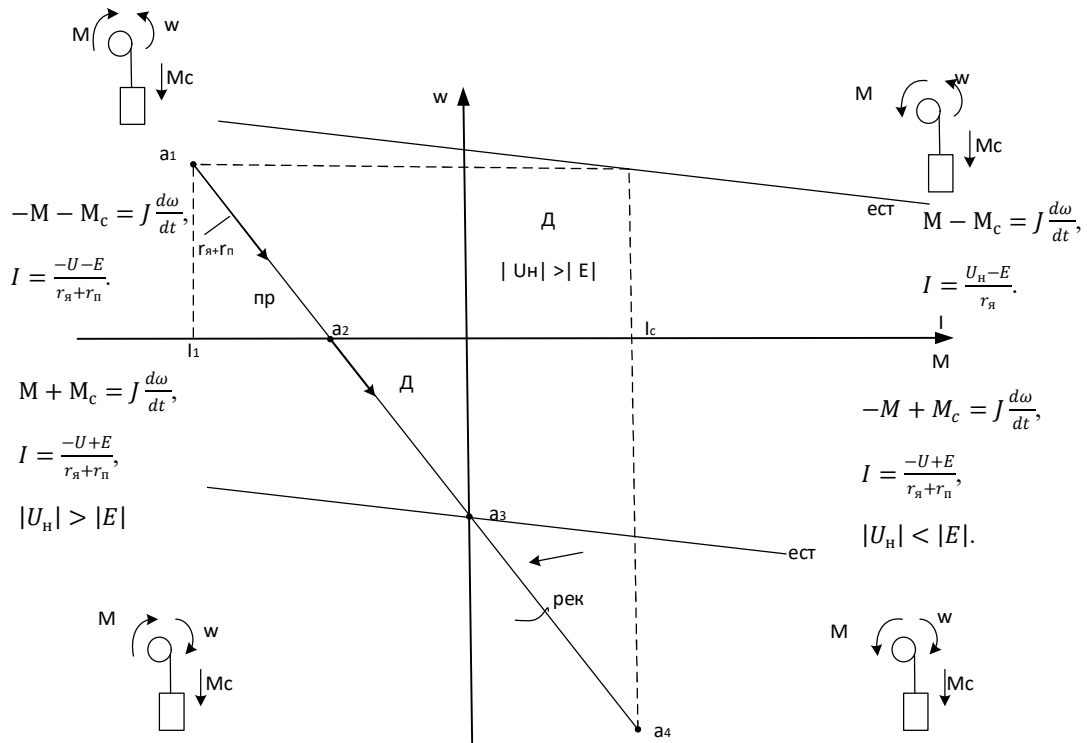
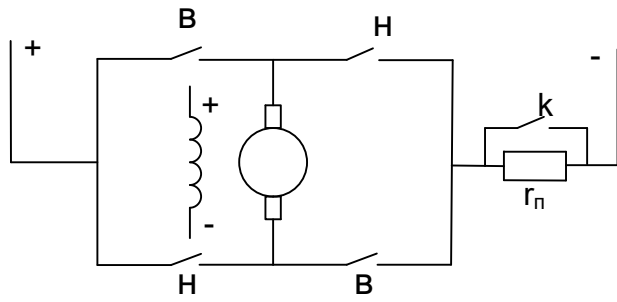
$$\omega_{\text{с}} = \omega_{a3},$$

$$I_{\text{нач}} = I_{a1}, I_{\text{с}} = I_{a3}.$$

t	0	T_M	$T_M/2$	$2 \cdot T_M$	$3 \cdot T_M$	$4 \cdot T_M$
ω	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_5	ω_6
I	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6



Реверсирование.



$$\omega = \omega_c + (\omega_{\text{нач}} - \omega_c) \cdot e^{-t/T_M} \quad (1),$$

$$I = I_c + (I_{\text{нач}} - I_c) \cdot e^{-t/T_M} \quad (2),$$

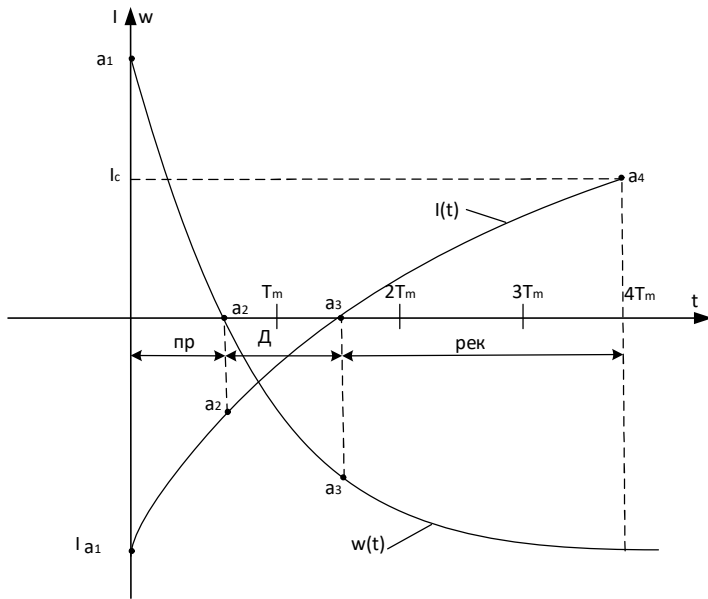
Н.У.

$$T_M = \frac{J \cdot (r_я+r_н)}{c^2} \quad (3),$$

$$\omega_{\text{нач}} = \omega_{a1},$$

$$\omega_c = \omega_{a4},$$

$$I_{\text{нач}} = I_{a1}, I_c = I_c.$$

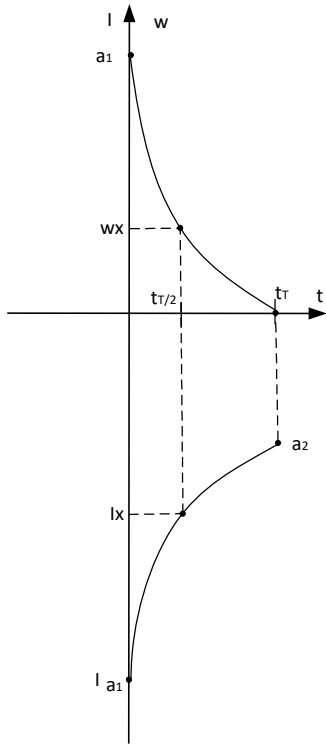


$$t_T = T_{Mпр} \cdot \ln \frac{I_{a1} - I_c}{I_{a2} - I_c},$$

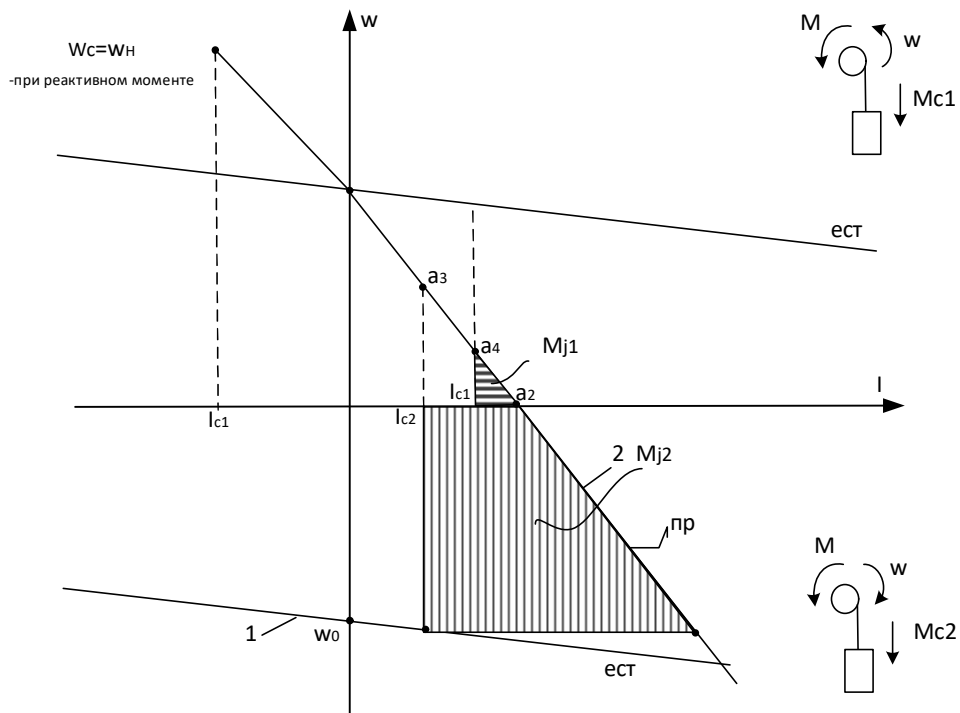
$$I_{a2} = I_c + (I_{a1} - I_c) \cdot e^{-t/T_M} \quad (2).$$

Расчёт ПП в режиме противовключения.

t	0	t_T	$t_T/2$
ω	ω_{a1}	0	ω_x
I	I_{a1}	I_{a2}	I_x



Взяв начальные условия просчитаем ω_x и I_x при времени $t_T/2$.



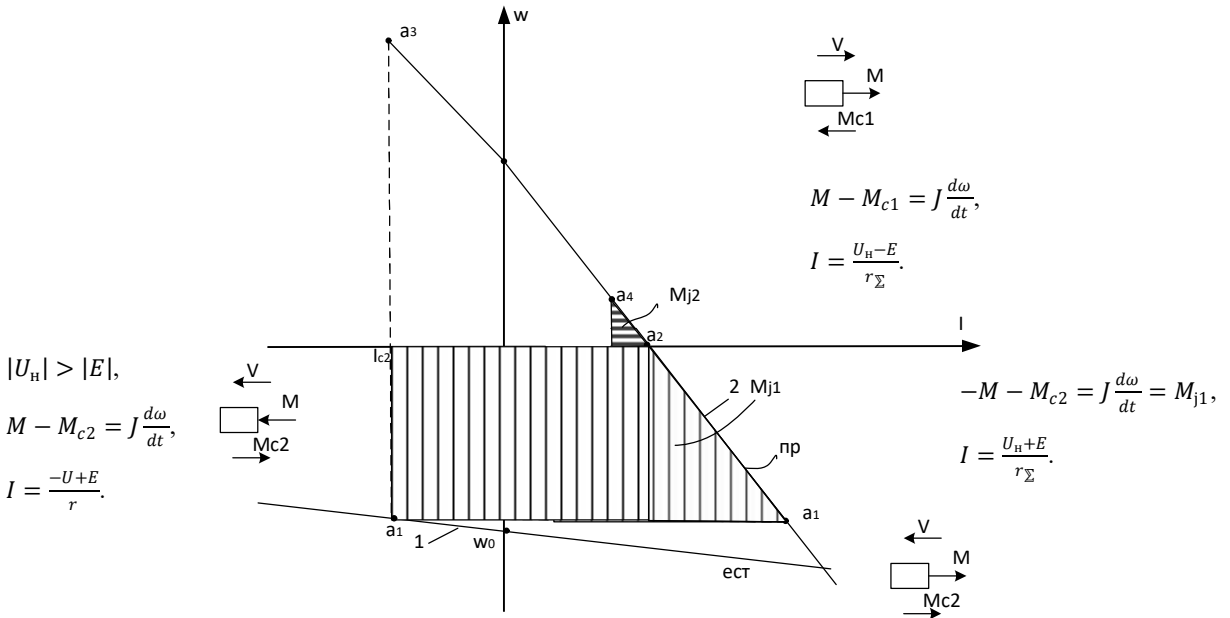
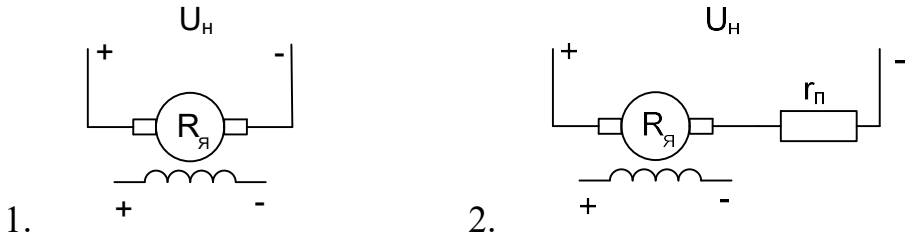
Н.У.

$$\omega_{нач} = \omega_{a1},$$

$$\omega_c = \omega_{a3},$$

$$I_{нач} = I_{a1}, I_c = I_{c2}.$$

t	0	t_T	$t_T/2$
ω	ω_{a1}	0	ω_x
I	I_{a1}	I_{a2}	I_x



$$\omega = \omega_c + (\omega_{нач} - \omega_c) \cdot e^{-t/T_M} \quad (1),$$

$$I = I_c + (I_{нач} - I_c) \cdot e^{-t/T_M} \quad (2),$$

Н.У.

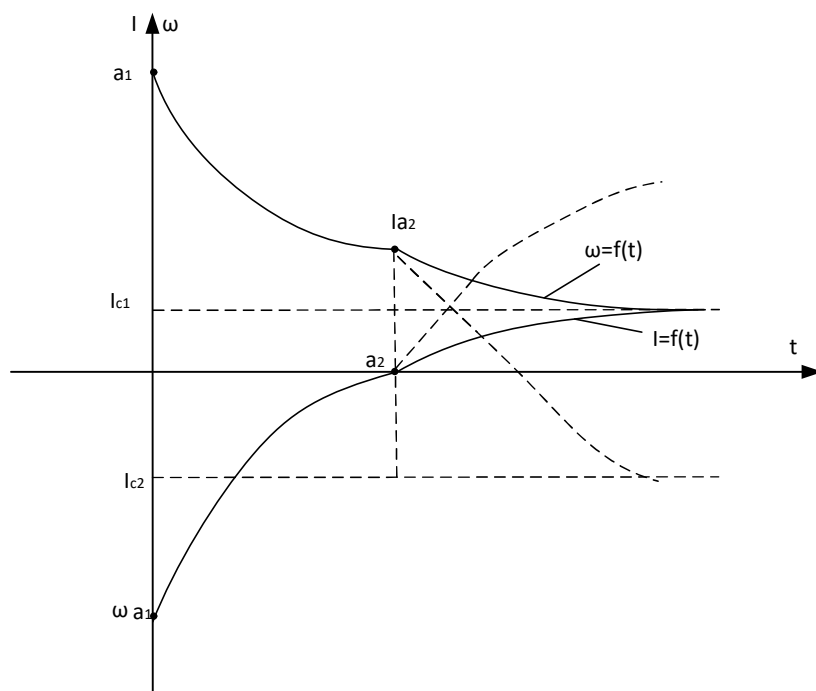
$$T_M = \frac{J \cdot (r_Я + r_П)}{c^2} \quad (3),$$

а1а2

$$\omega_{\text{нач}} = \omega_{a1},$$

$$\omega_c = \omega_{a3},$$

$$I_{\text{нач}} = I_1, I_c = I_{c2}.$$



a2a4

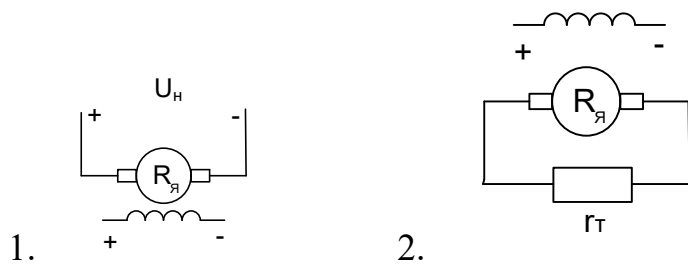
$$\omega_{\text{нач}} = 0,$$

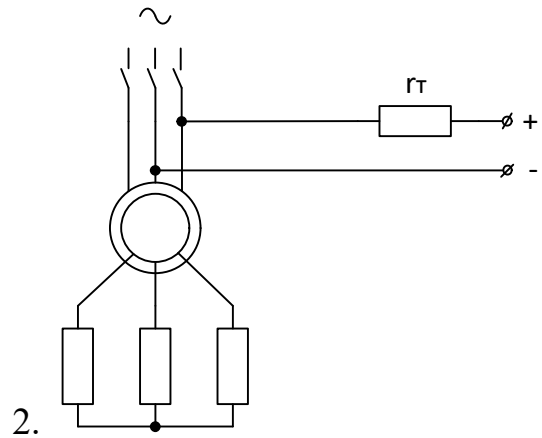
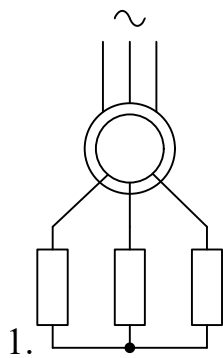
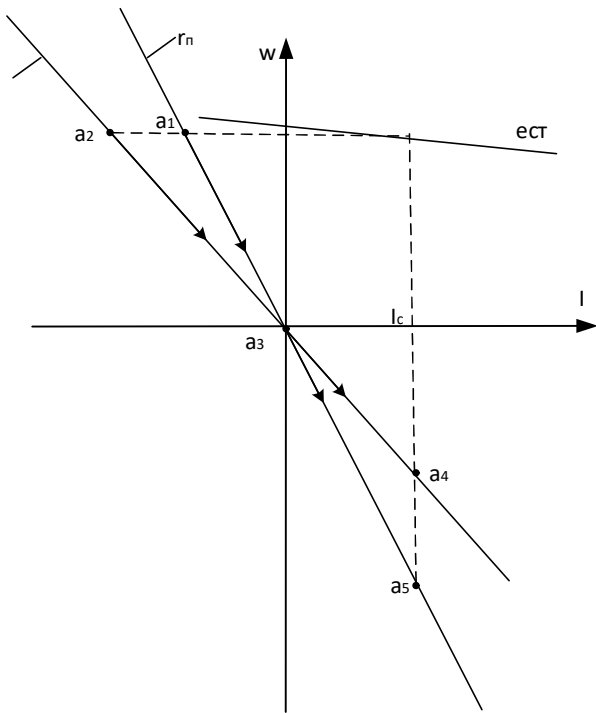
$$\omega_c = \omega_{a4},$$

$$T_M = \frac{Jr_{\Sigma}}{c^2}$$

$$I_{\text{нач}} = I_{a2}, I_c = I_{c1}.$$

ПП в режиме ЭДТ при линейной механической характеристике.



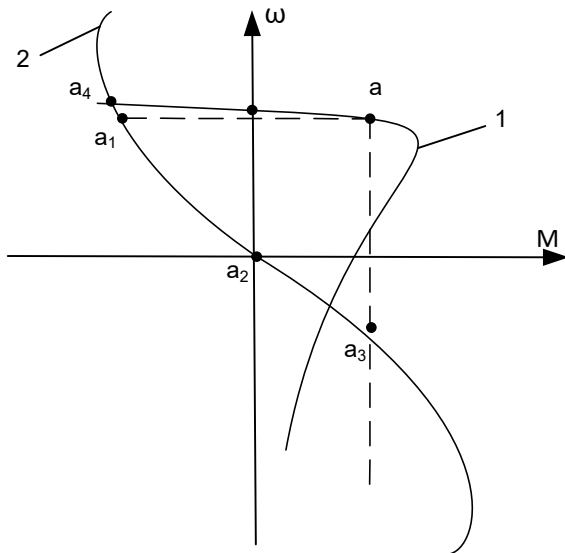


$$\omega = \omega_c + (\omega_{\text{нач}} - \omega_c) \cdot e^{-t/T_M},$$

$$I = I_c + (I_{\text{нач}} - I_c) \cdot e^{-t/T_M},$$

$$M = M_c + (M_{\text{нач}} - M_c) \cdot e^{-t/T_M},$$

$$T_M = \frac{J \cdot r_{\Sigma}}{c^2} = \frac{J}{|\beta|}, \quad \beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega},$$



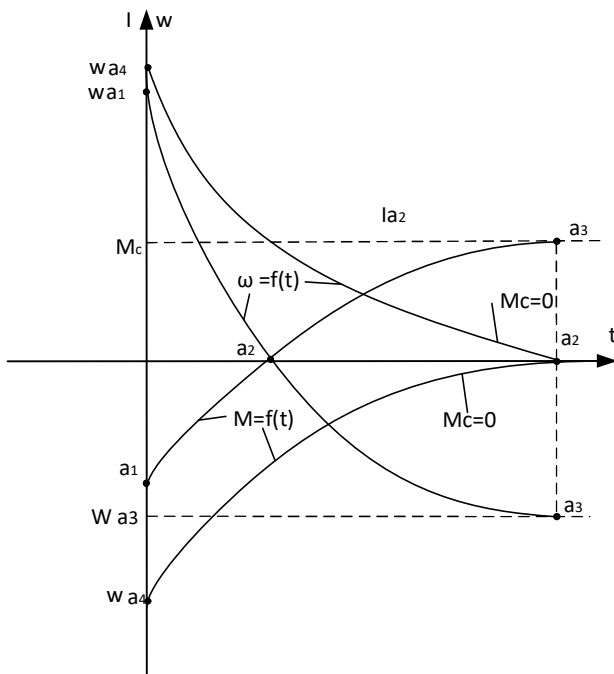
M_c - активный для АД

$$\omega_{\text{нач}} = \omega_{a1},$$

$$\omega_c = \omega_{a3},$$

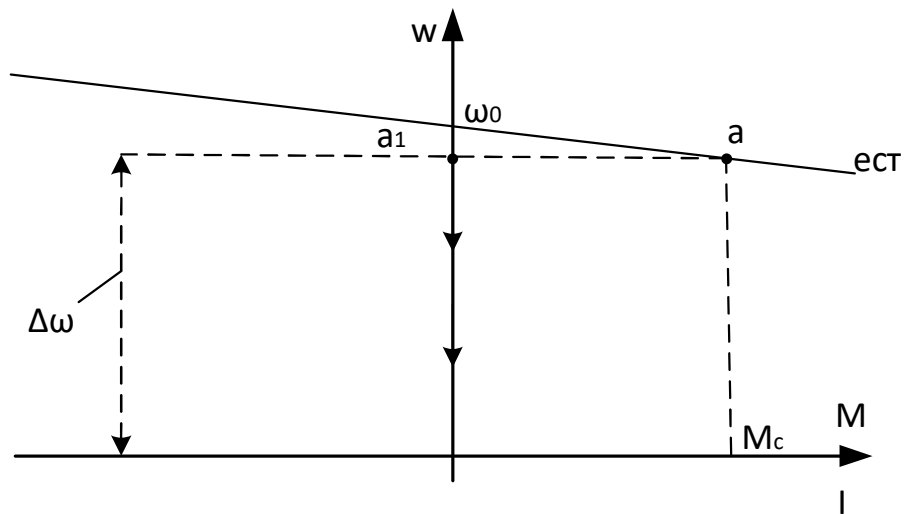
$$M_{\text{нач}} = M_{a1}, M_c = M_c.$$

В случае если M_c -реактивный, то двигатель остановится в точке a_2 , но производная по скорости и току не будет равна 0.



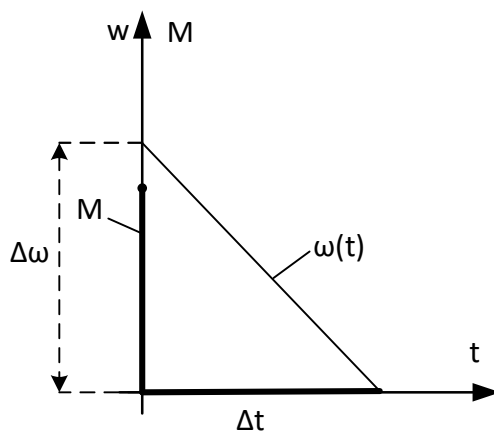
III Самовыбег двигателя.

Торможение двигателя и механизма при отключении двигателя.



III при обрыве нельзя считать как самовыбег.

Для сложной электромеханической части механизма (чистовая, черновая клеть, кран, сложные станки и т.д.) этот метод применяется для определения приведенного к валу двигателя суммарного момента.



$$M - M_c = J \frac{d\omega}{dt} \quad (1),$$

$$-M_c = -J \frac{d\omega}{\Sigma dt} \quad (2),$$

$$M_c = J \frac{\Delta\omega}{\Sigma \Delta t} \quad (3),$$

$$J_{\Sigma} = \frac{M_c \cdot \Delta t}{\Delta\omega} \quad (4).$$