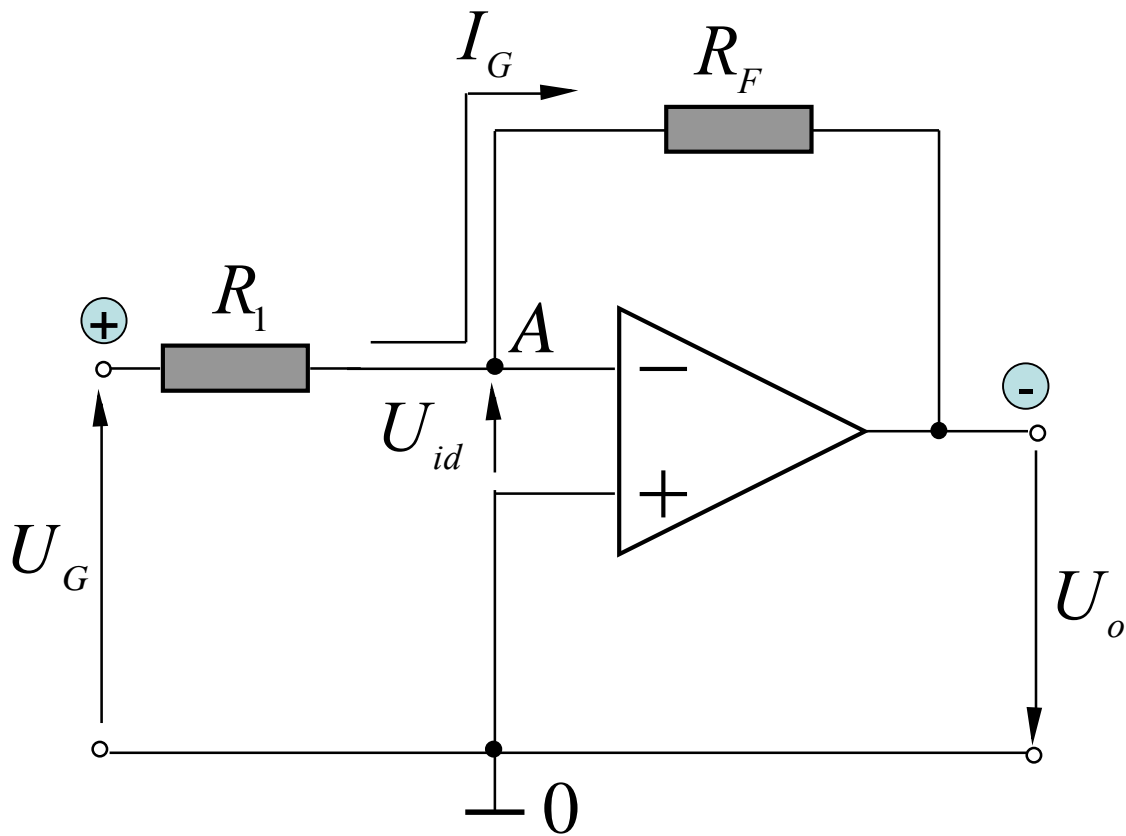


Инвертирац, неинвертирац усилвател и повторител с ОУ

Инвертирац усилвател с операционен усилвател



1 Коефициент на усилване по напрежение

а) Анализ на схемата за идеален ОУ: $A_d \rightarrow \infty$; $U_{id} \rightarrow 0$

$R_{id} \rightarrow \infty$; $R_o \rightarrow 0$ т. А – виртуална нула

$$I_G = \frac{U_G}{R_1}; \quad U_o + R_F I_G = 0 \rightarrow U_o = -R_F I_G = -\frac{R_F}{R_1} U_G$$

$$A'_F = \frac{U_o}{U_G} = -\frac{R_F}{R_1}$$

При $R_1 = R_F$, $A_F = -1$

Инвертиращ усилвател с операционен усилвател

б) Анализ на схемата за реален ОУ: $A_d \neq \infty$;

$$U_o = -I_G R_F + U_{id} = -I_G R_F - \frac{U_o}{A_d};$$

$$I_G = \frac{U_G - U_o}{R_1 + R_F}; \quad U_o = -\frac{U_G - U_o}{R_1 + R_F} R_F - \frac{U_o}{A_d}$$

$$U_o \left(R_1 + \frac{R_1 + R_F}{A_d} \right) = -U_G R_F \rightarrow U_o R_1 \left(1 + \frac{1}{\beta A_d} \right) = -U_G R_F$$

$$A_F = \frac{U_o}{U_G} = -\frac{R_F}{R_1} \frac{1}{1 + \frac{1}{\beta A_d}}; \quad \beta = \frac{R_1}{R_1 + R_F} \text{ - коефициент на ООВ}$$

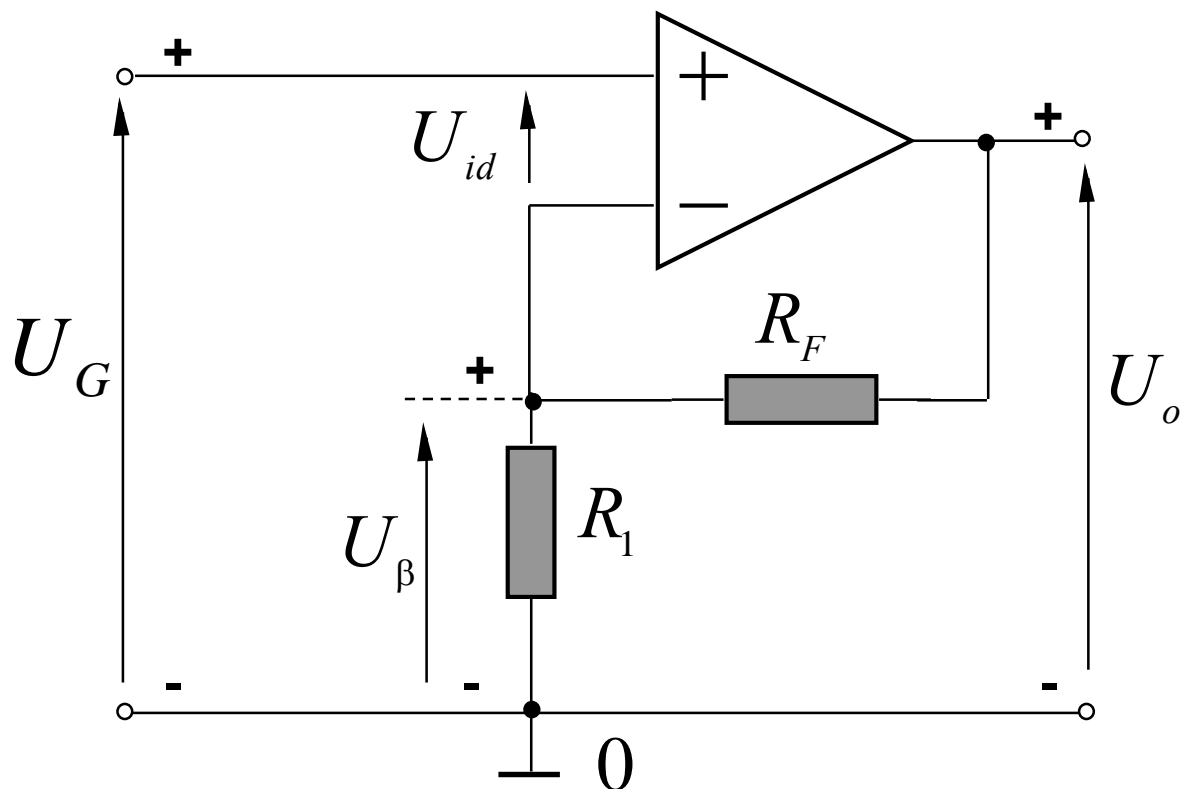
Относително изменение на коефициента на усилване по напрежение при $A_d < \infty$

$$\delta_{A_F (A_d \neq \infty)} = \frac{A'_F - A_F}{A'_F} = \frac{1}{\beta A_d} \quad \frac{1}{1+x} = 1-x, \quad x \ll 1$$

2 Входно и изходно съпротивление

$$R_{iA} \approx R_1 \quad R_{oA} = \frac{R_o}{1 + \beta A_d}$$

Ненвертиращ усилвател с операционен усилвател



1 Коефициент на усилване по напрежение

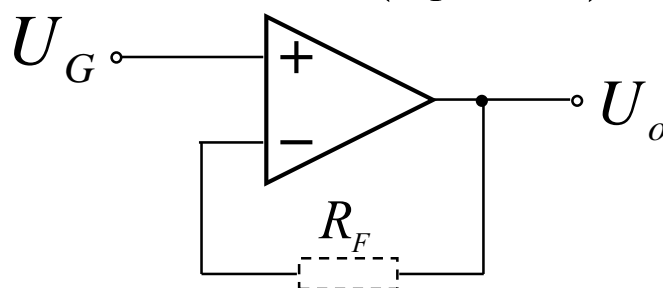
а) Анализ на схемата за идеален ОУ: $A_d \rightarrow \infty$; $U_{id} \rightarrow 0$
 $R_{id} \rightarrow \infty$; $R_o \rightarrow 0$

$$U_G = U_{id} + U_\beta \approx U_\beta; \quad U_\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_F} U_o$$

$$A'_F = \frac{U_o}{U_G} = \frac{R_1 + R_F}{R_1} = 1 + \frac{R_F}{R_1}$$

Ако липсва резистор R_1 ($R_1 \rightarrow \infty$),

$$A'_F = 1$$



Неинвертиращ усилвател с операционен усилвател

б) Анализ на схемата за реален ОУ: $A_d \neq \infty \rightarrow U_{id} = \frac{U_o}{A_d}$

$$U_G = U_{id} + U_\beta = \frac{U_o}{A_d} + U_o \beta = U_o \left(\frac{1}{A_d} + \beta \right); \quad \beta = \frac{U_\beta}{U_o}$$

$$\boxed{A_F = \frac{U_o}{U_G} = \frac{A_d}{1 + \beta A_d}} \quad \beta = \frac{U_\beta}{U_o} = \frac{R_1}{R_1 + R_F}$$

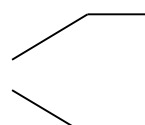
2 Входно и изходно съпротивление

$$R_{iA} = R_{id} (1 + \beta A_d); \quad R_{oA} = \frac{R_o}{1 + \beta A_d}$$

Относително изменение на коефициента на усилване с отрицателна обратна връзка

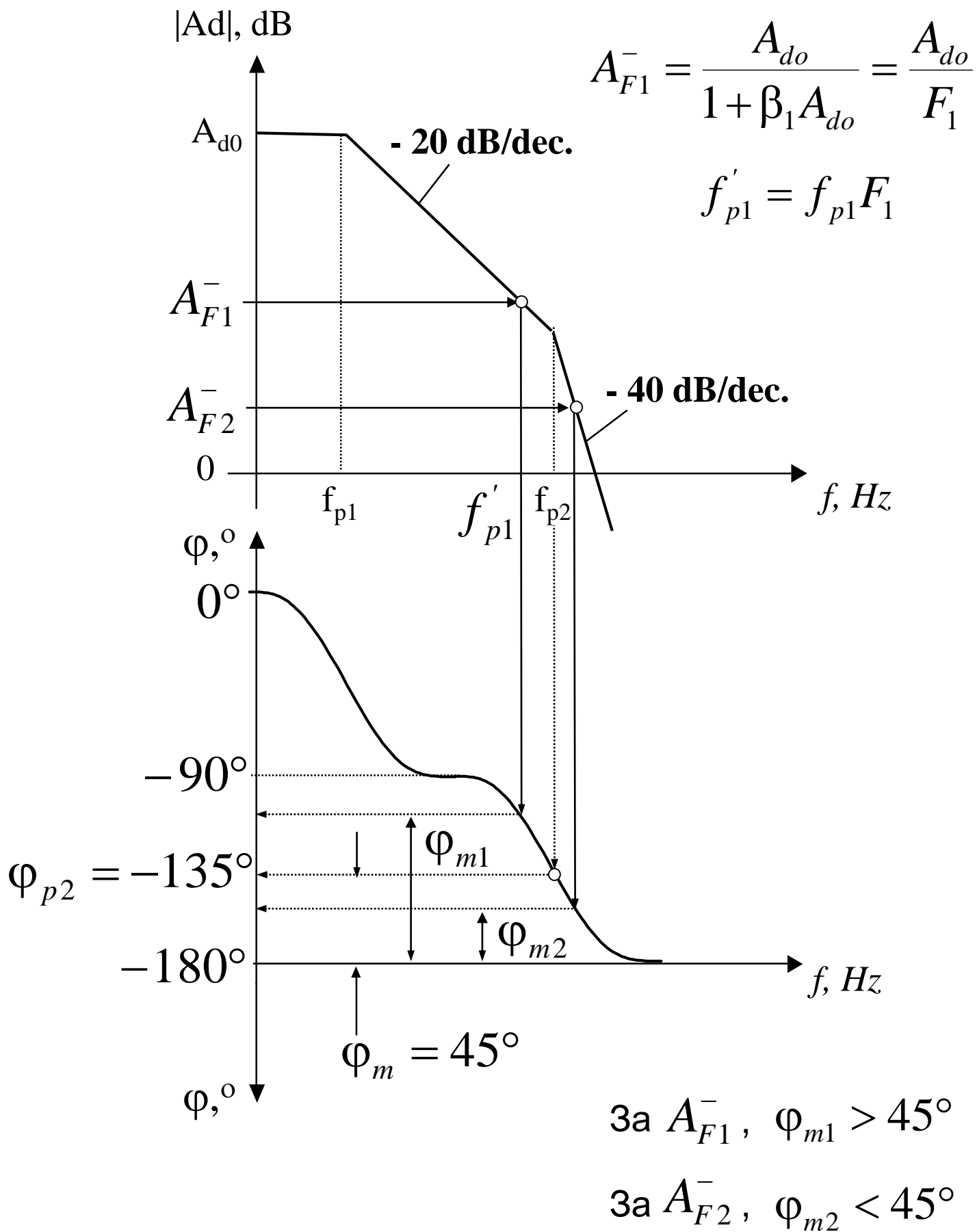
$$\frac{\Delta A_{F(-)}}{A_{F(-)}} = \frac{\Delta A}{A} \frac{1}{1 + \beta A} - \frac{\Delta \beta}{\beta} = \frac{\Delta A}{A} \frac{1}{F} - \frac{\Delta \beta}{\beta};$$

$$\frac{\Delta \beta}{\beta} = \frac{R_F}{R_1 + R_F} \left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_F}{R_F} \right)$$

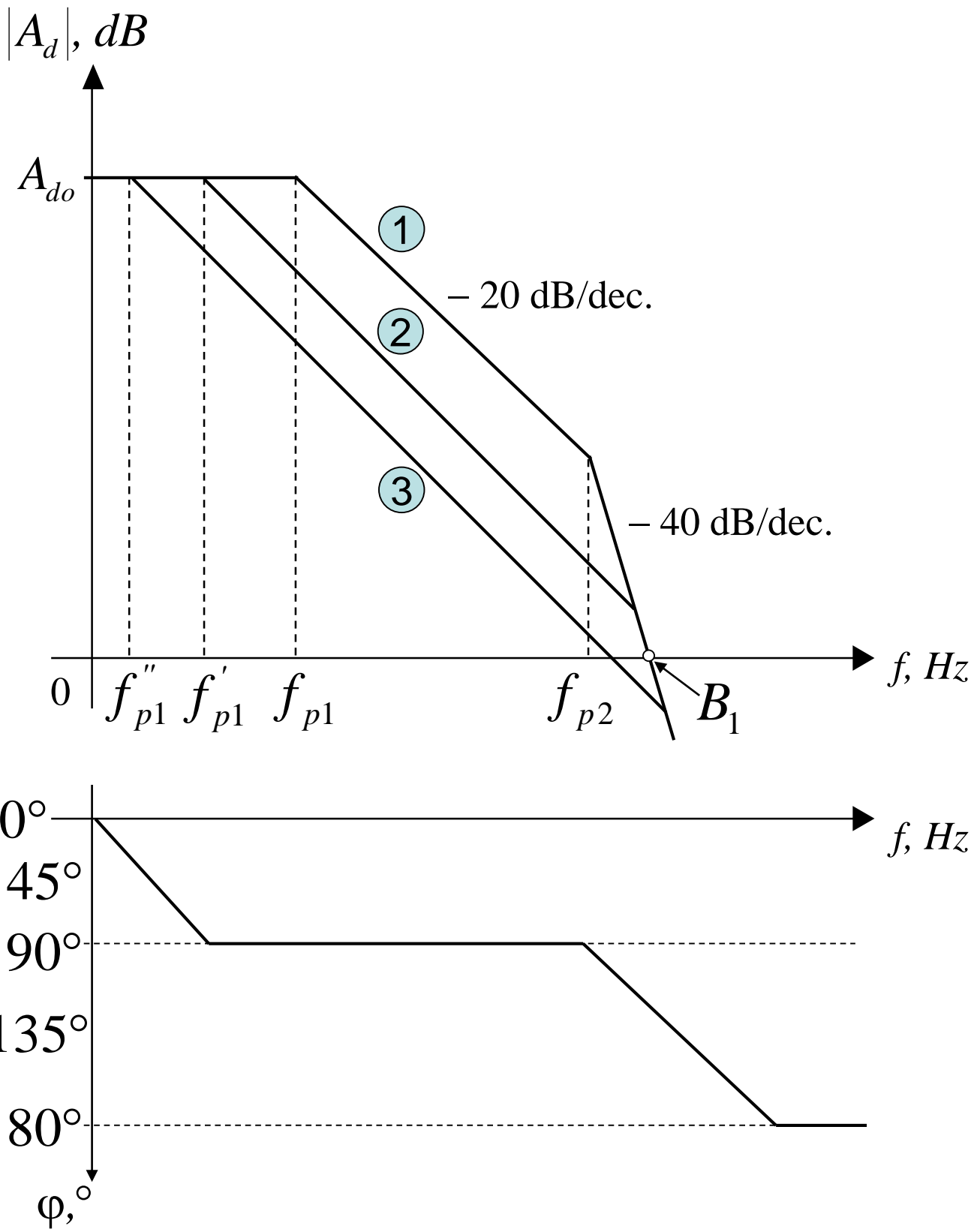
$\frac{\Delta R_1}{R_1}, \frac{\Delta R_F}{R_F}$  Производствен толеранс на елементите
Температурен коефициент

$$TKR = \frac{\Delta R}{R} \cdot \frac{1}{\Delta T}, \quad \% / ^\circ C; \quad \frac{\Delta R}{R} = TKR \cdot \Delta T$$

Устойчивост на усилвателните схеми с ОУ. Критерий на Боде



Корекция на АЧХ на ОУ с изоставане по фаза



Корекция с изоставане по фаза се реализира чрез включване на кондензатор C_k между базата и колектора на драйверното стъпало T_5 в основната схема на ОУ с двустъпална структура.