

Ц. 71
М-42

3/VIII-65

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2200



С.В. Медведь, Е.Б. Озеров

К РАСЧЕТУ СОГЛАСОВАННЫХ
АТТЕНЮАТОРОВ

ЛИБРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1965

2200

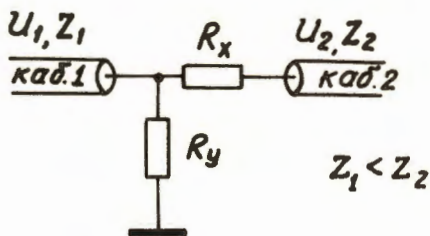
3399/3 ч

С.В. Медведь, Е.Б. Озеров

К РАСЧЕТУ СОГЛАСОВАННЫХ
АТТЕНЮАТОРОВ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Переход, согласованный в обоих направлениях, между двумя коаксиальными кабелями с разными волновыми сопротивлениями Z_1 и Z_2 , при условии $Z_1 < Z_2$, осуществляется цепью, изображенной на рис. 1. Расчет такой цепи несложен и сводится к



Р и с. 1.

решению системы двух линейных уравнений первой степени. Преобразуя найденные решения, можно получить удобные соотношения для вычисления величин искомых сопротивлений

$$R_x = Z_2 A \quad \text{и} \quad R_y = \frac{Z_1}{A}, \quad (1)$$

где A — вспомогательный коэффициент, равный

$$A = \sqrt{\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2}}. \quad (2)$$

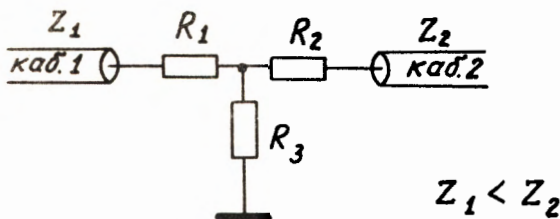
Цель согласования ослабляет передаваемое напряжение. Величина этого ослабления зависит от направления передачи и для прямого направления (от кабеля 1 к кабелю 2) может быть определена по формуле

$$k_{12} = \frac{U_1}{U_2} = 1 + A \quad (3)$$

Ослабление напряжения при передаче в обратном направлении (от кабеля с большим волновым сопротивлением к кабелю с меньшим) определяется по формуле

$$k_{21} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{1-A} \quad (4)$$

На практике встречаются случаи, когда требуется в точке перехода наряду с согласованием произвести и аттенуацию напряжения, например, при снятии амплитудных характеристик аппаратуры. Этого можно достичь с помощью цепи из трех сопротивлений, показанной на рис. 2.

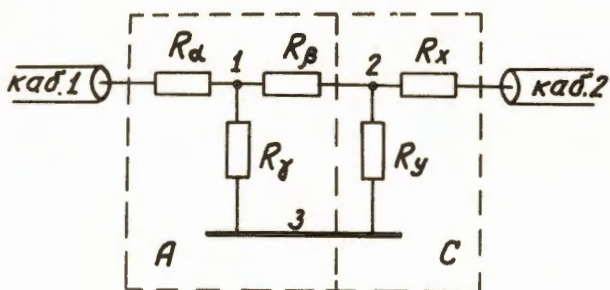


Р и с. 2

Расчет цепи в общем виде приводит к громоздким вычислениям. Однако можно предложить метод расчета, позволяющий обойти эти трудности.

Представим искомую цепь в виде двух последовательно соединенных частей: собственно аттенуатора A с одинаковыми входным и выходным сопротивлениями, равными Z_1 , и цепи согласования C (рис. 3). Обе части легко поддаются расчету, который может быть выполнен по следующей схеме.

По формулам (1)–(3) находим величины сопротивлений R_x и R_y и определяем коэффициент ослабления согласующей части $k_C = k_{12}$. Естественно, заданный нам коэффициент ослабления K должен быть больше, чем вычисленная величина коэффициента k_{12} . Затем определяем величину ослабления, которую должен обеспечить собственно аттенуатор



Р и с. 3

$$k_A = \frac{K}{k_C} \quad (5)$$

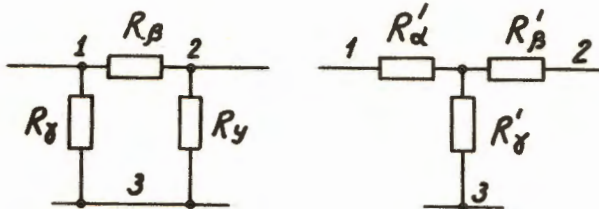
Величины сопротивлений, образующих аттенуатор, находим из следующих соотношений ^{/1/}:

$$R_\alpha = R_\beta = Z_1 \frac{k_A - 1}{k_A + 1} \quad ; \quad R_\gamma = Z_1 \frac{2k_A}{k_A^2 - 1} \quad (6)$$

Для приведения схемы, изображенной на рис. 3, к исходной (рис. 2) преобразуем треугольник сопротивлений $R_\gamma R_\beta R_\gamma$ в звезду $R'_\alpha R'_\beta R'_\gamma$ (рис. 4) по известным формулам перехода

$$R'_\alpha = \frac{R_\gamma R_\beta}{R_\gamma + R_\beta + R_\gamma} \quad ;$$

$$R'_\beta = \frac{R_\beta R_\gamma}{R_\gamma + R_\beta + R_\gamma} \quad ; \quad R'_\gamma = \frac{R_\gamma R_\gamma}{R_\gamma + R_\beta + R_\gamma} \quad (7)$$



Р и с. 4

Теперь можно определить и величины искомых сопротивлений:

$$\begin{aligned}
 R_1 &= R_x + R'_\alpha, & R_3 &= R'_\gamma \\
 R_2 &= R_y + R'_\beta, & &
 \end{aligned}
 \quad (8)$$

Аналогично вышесказанному выполняется расчет и в том случае, когда напряжение передается от кабеля 2 к кабелю 1. Для этого достаточно в формуле (5) положить коэффициент k_c равным коэффициенту k_{21} , полученному из соотношения (4).

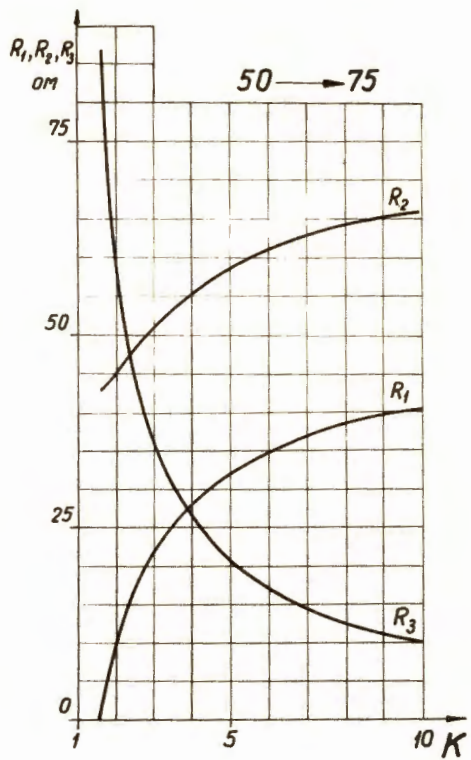
Выражения (8) могут оказаться полезными и при расчете аттенуации напряжения в цепях без изменения волнового сопротивления.

По предлагаемой методике были вычислены величины сопротивлений, образующих цепи согласованных переходов с ослаблением передаваемого напряжения не более чем в 10 раз для наиболее часто встречающихся значений волновых сопротивлений кабелей ($Z = 50; 75; 100; 150$ и 200 ом). Результаты вычислений приведены на графиках (рис. 5-24). В верхней части каждого графика указано направление передачи сигнала. Например, обозначение $50 \rightarrow 100$ показывает, что сигнал передается от кабеля с волновым сопротивлением 50 ом на кабель с сопротивлением 100 ом. По оси X выбирается требуемое ослабление K в относительных единицах. Значения сопротивлений R_1 , R_2 и R_3 находятся на оси Y (в омах). Индексы при искомых сопротивлениях расставлены в соответствии с рис. 2. Точка пересечения кривой R_1 с осью X определяет K_{\min} — коэффициент ослабления простой согласующей цепи (рис. 1). Величины сопротивлений R_x и R_y этой цепи, равные соответственно R_2 и R_3 , находятся по указанному значению K_{\min} обычным способом.

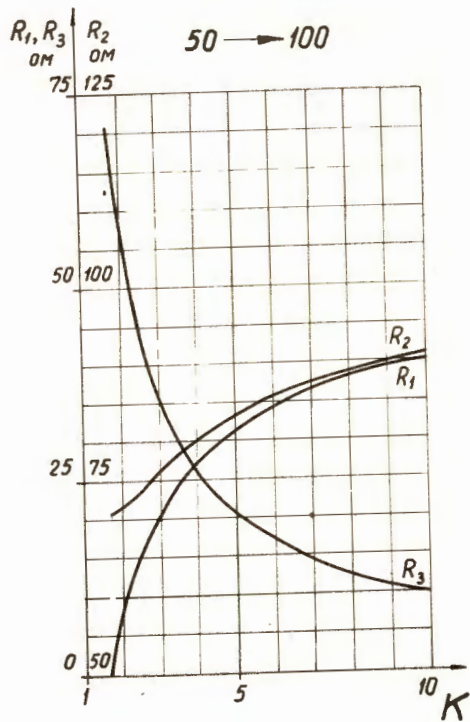
Л и т е р а т у р а

1. N.H.Crowhurst. *Electronic Eng.*, 26, No. 312, 76 (1954).

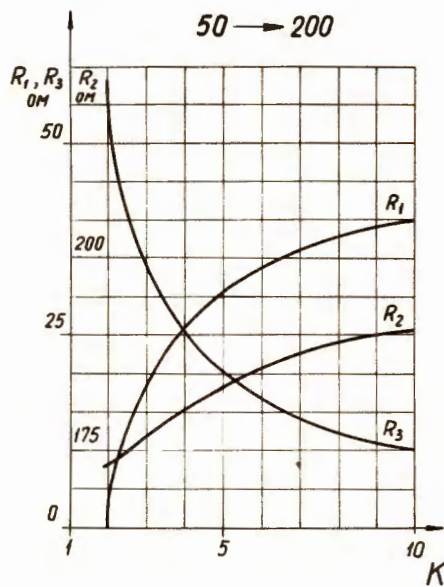
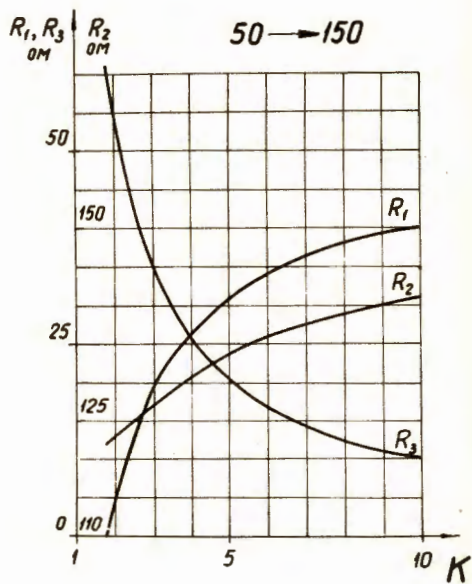
Рукопись поступила в издательский отдел
2 июня 1965 г.

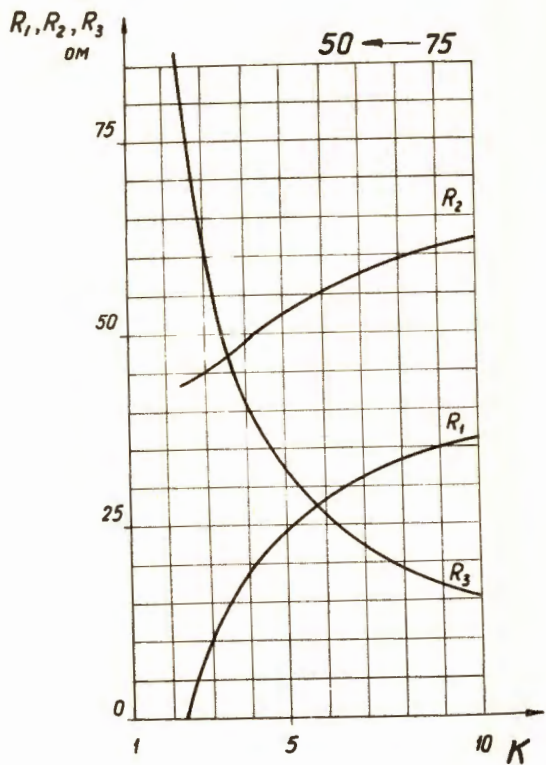


Р и с. 5

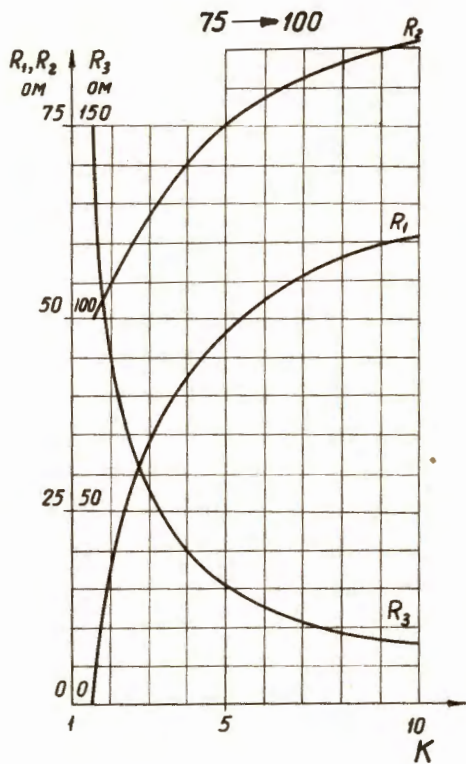


Р и с. 6

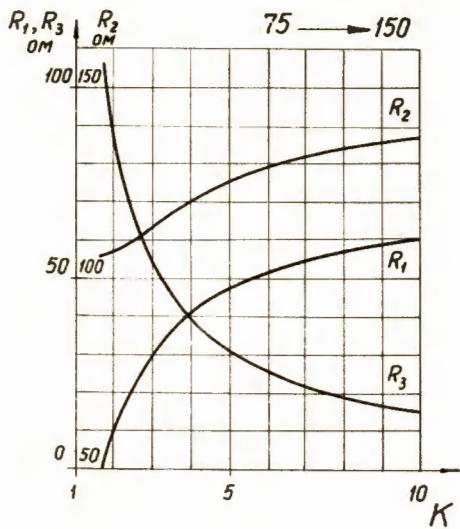




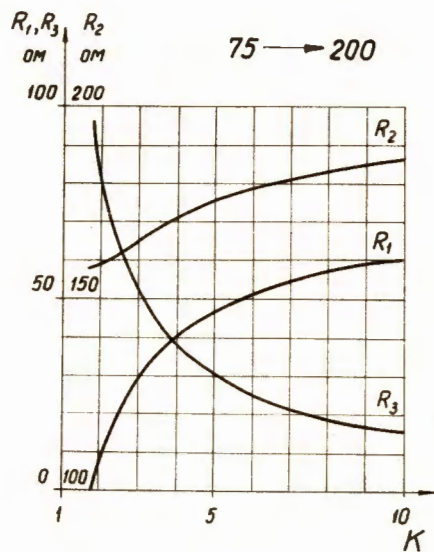
Р и с. 9



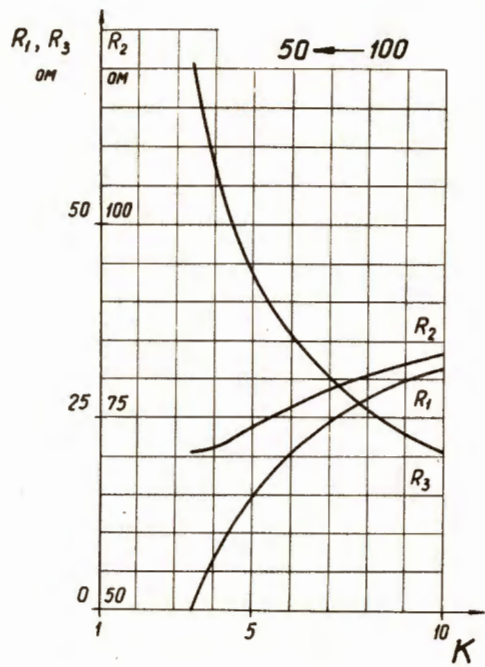
Р и с. 10



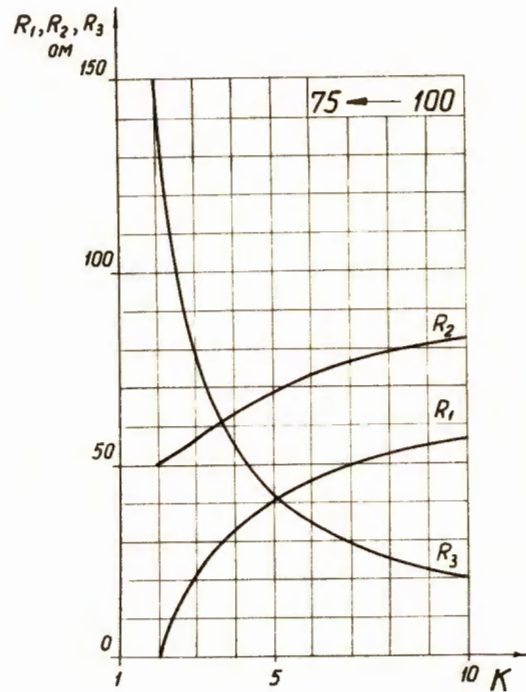
Р и с. 11



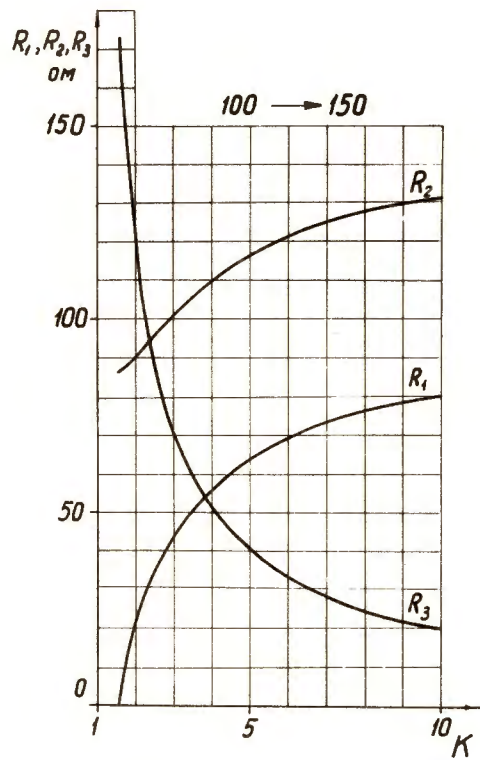
Р и с. 12



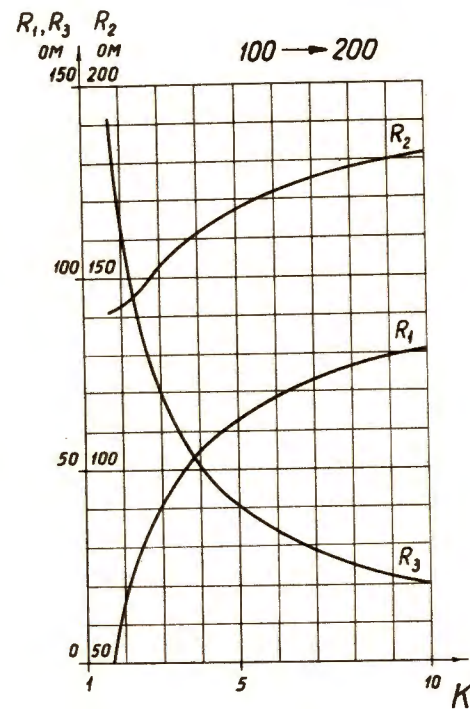
Р и с. 13



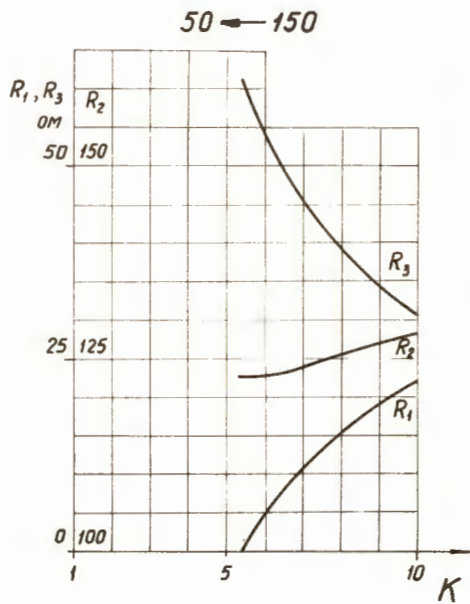
Р и с. 14



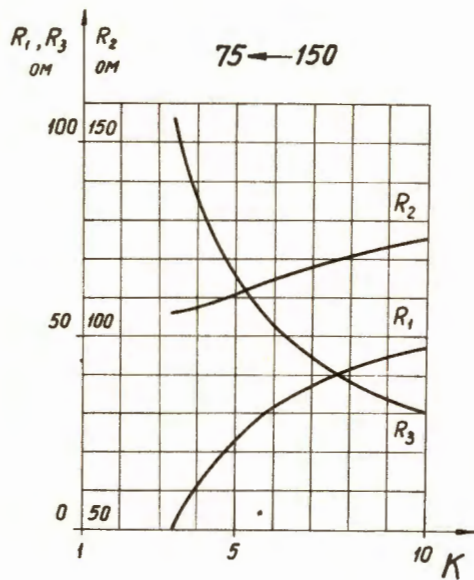
Р и с. 15



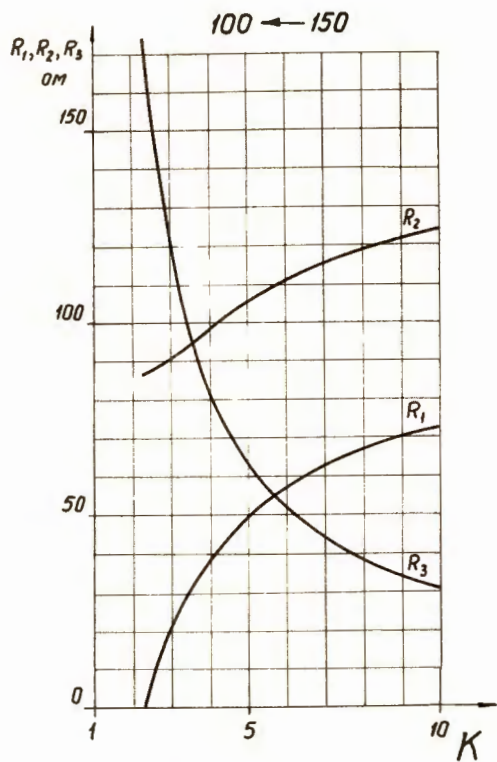
Р и с. 16



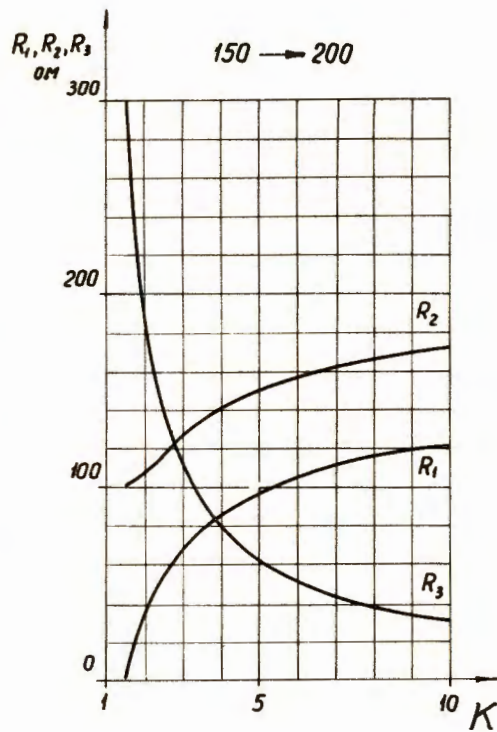
Р и с. 17



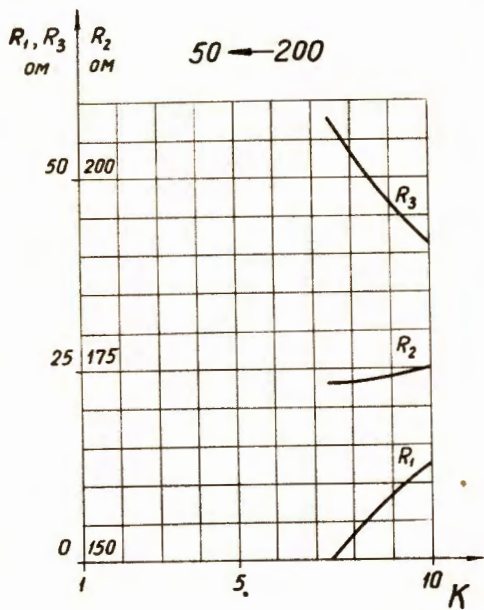
Р и с. 18



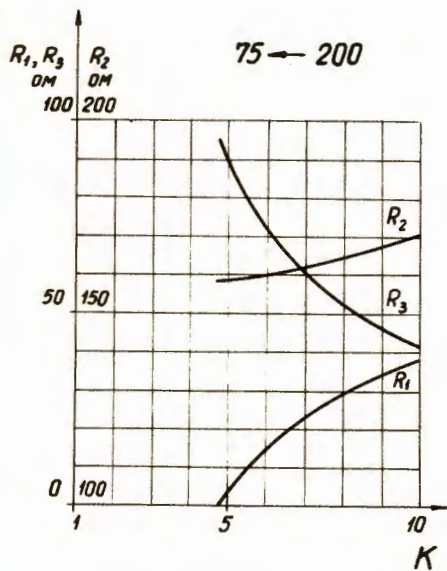
Р и с. 19



Р и с. 20



Р и с. 21



Р и с. 22

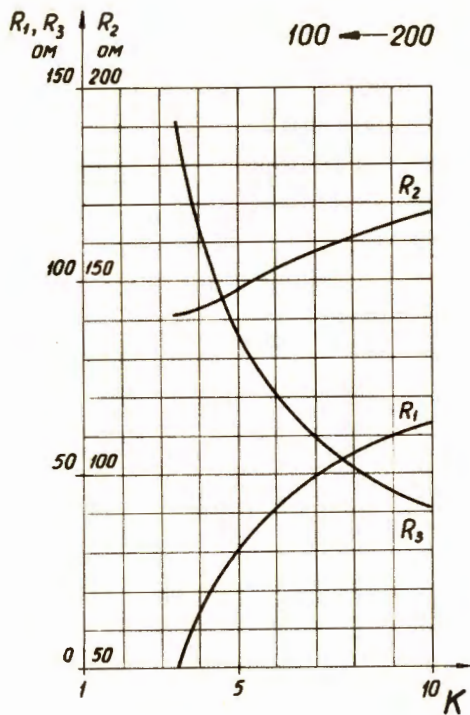


Рис. 23

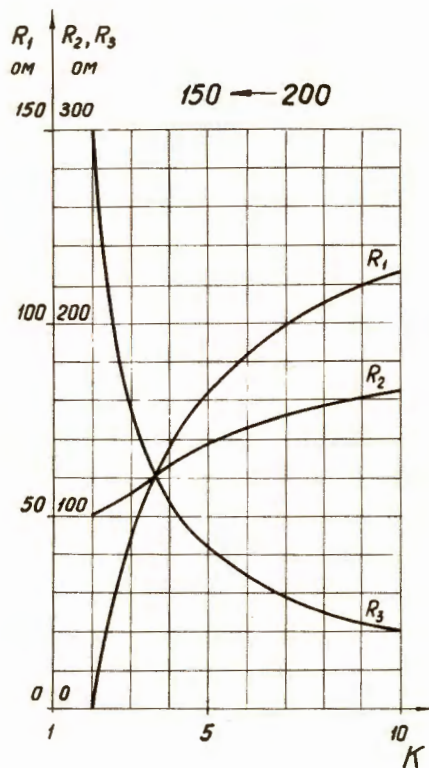


Рис. 24