

АНАЛИЗ ВХОДНЫХ ЦЕПЕЙ ТРАКТА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Ю. М. АЧКАСОВ, Л. И. УХАНОВ

Эффективность воспроизведения сейсмической информации и дальнейшего усиления сигнала с магнитной ленты во многом зависит от параметров входного каскада и предусилителя. В общем случае условием согласования источника сигнала является равенство $Z_{\text{и}} = Z_{\text{н}}$.

В нашем случае источником сигнала является сейсмическая универсальная магнитная головка со следующими параметрами:

$$\begin{aligned}L &= 70 \text{ мГн}, \\r &= 50 \text{ Ом}, \\f_{\text{гр}} &= 300 \text{ Гц}.\end{aligned}$$

Так как эдс, наводимая лентой в головке, равна $e = L \frac{d\Phi}{dt}$ (1), то ее величина прямо пропорциональна частоте сигнала, записанного на ленте, и увеличивается примерно на 6 дБ/окт. На входе усилителя действует напряжение

$$U_{\text{вх}} = \frac{e}{Z_{\text{г}} + R_{\text{вх}}} \cdot R_{\text{вх}}. \quad (2)$$

Обычно для согласования магнитной низкоомной головки со входом усилителя применяют повышающий трансформатор. Он обеспечивает хорошее согласование по мощности и достаточно высокое соотношение сигнал — шум. В случае сейсмической записи применение трансформаторов нерационально, особенно в случае многоканального воспроизведения, так как:

- 1) из-за низких частот сейсмического сигнала резко возрастают размеры трансформатора;
- 2) возникает паразитный резонанс в цепи вторичная обмотка — вход усилителя;
- 3) из-за подверженности трансформатора электромагнитным наводкам приходится применять специальное экранирование и симметричное выполнение средних точек обмоток;
- 4) необходимо обеспечивать идентичность трансформаторов при многоканальном воспроизведении.

По этим причинам предпочтительнее оказывается емкостная связь головки с усилителем.

Возможны три режима работы воспроизводящей головки:

- 1) режим холостого хода;
- 2) режим короткого замыкания;
- 3) промежуточный режим.

Режим холостого хода требует входного каскада с низким уровнем шумов и высоким входным сопротивлением. Недостаток такого каскада в том, что из-за высокого $R_{\text{вх}}$ сказывается собственная емкость кабеля, соединяющего головку с усилителем, схема оказывается подвержена электростатическим наводкам.

Более выгоден в данном случае режим короткого замыкания, требующий $R_{\text{вх}} \rightarrow 0$, тогда как видно из уравнения (2), при увеличении ω сигнала $U_{\text{вх}} \rightarrow 0$, так как Z_r — индуктивное. Таким образом, при данном режиме происходит частичная компенсация частотной характеристики головки. К тому же данный режим позволяет нам реализовать избира-

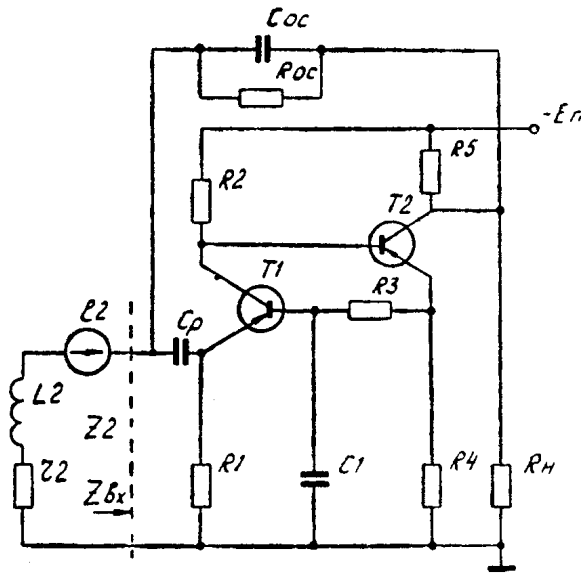


Рис. 1

тельные свойства входной цепи и улучшить соотношение сигнал — шум. Действительно, добротность магнитной головки $Q = \frac{\omega_0 L}{r}$ (3), добротность входной цепи $\frac{\omega_0 L}{r + R_{\text{вх}}}$ (4) меньше в $\frac{r + R_{\text{вх}}}{r}$ раз добротности магнитной головки. Очевидно, что для сохранения высокой добротности входного контура необходимо очень малое сопротивление каскада, т. е. режим короткого замыкания. Близкий к нему режим обеспечивает входной каскад с общей базой. Входное сопротивление в данном случае

$$R_{\text{вх}} \approx r_3 + (1 - \alpha) R_{\text{н}} \quad (5)$$

имеет величину порядка десятков ом, что сравнимо с собственным сопротивлением головки. Коэффициент усиления каскада в данном случае

$$K_{\text{н}} = \alpha \frac{R_{\text{к}} \parallel R_{\text{н}}}{r_i + R_{\text{вх}}}, \quad (6)$$

так как r_i и $R_{\text{вх}}$ малы, нетрудно получить $K_{\text{н}} = 100 \div 300$.

Собственные шумы каскада с общей базой меньше, чем шумы повторителя. Существенно и то, что уровень шумов практически не зависит от смены триодов.

Режим короткого замыкания головки требует очень большой, трудно реализуемой разделительной емкости. Уменьшить ее величину позволяет введение отрицательной обратной связи. Вводя по схеме на рис. 1 обратную связь с помощью R_{oc} , C_{oc} , имеем для входного сопротивления

$$y_{вх \cdot сб} = \frac{i_{ист}}{U_{вх}} = \frac{i_{вх} + i_{сб}}{U_{вх}} = \frac{i_{вх}}{U_{вх}} + \frac{U_{вх} - U_{вых}}{Z_{сб} \cdot U_{вх}} = y_{вх} + y_{сб}(1 - K), \quad (7)$$

так как связь отрицательная $K = -K$ и

$$y_{вх \cdot сб} = y_{вх} + y_{сб}(1 + K), \quad (8)$$

$$Z_{вх \cdot сб} = \frac{1}{y_{вх \cdot сб}} = \frac{Z_{вх} \cdot Z_{сб}}{Z_{вх}(1 + K) + Z_{сб}}, \quad (9)$$

где

$$Z_{сб} = \frac{1/\omega C_p + R_{вх}}{R_{oc} \cdot 1/\omega C_{oc}} + R_{вх} + \frac{1}{\omega C_p}, \quad (10)$$

пренебрегая $\frac{1}{\omega C_p}$, имеем $K_{н} = \frac{R_{вх}}{R_{вх} + R_{oc}/1 + R_{oc}} = 1 + \frac{R_{вх}(1 + R_{oc})}{R_{oc}}$. (11)

Таким образом, имеет уменьшение $Z_{вх}$ почти в $1 + K$ раз, что физически эквивалентно соответствующему увеличению разделительной емкости, так как $Z_{вх} = R + \frac{1}{\omega C_p}$ и $R = \text{const}$, очевидно, увеличение C_p .

Цепь обратной связи является частотно-зависимой и формирует АЧХ предусилителя.

В чистом виде физически не реализуем ни режим холостого хода, ни короткого замыкания. В нашем случае входная цепь работает в промежуточном режиме, близком к режиму короткого замыкания, и практически реализует все его достоинства.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. П. Степаненко. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. М., Госэнергоиздат, 1963.
2. Н. С. Николаенко. Проектирование транзисторных усилителей. М., «Энергия», 1965.
3. С. Мазон и Г. Циммерман. Электронные цепи, сигналы и системы. ИЛ, 1963.
4. Н. Г. Федоренко. Магнитная запись в сейсморазведке. «Недра», 1963.