

Трансформаторні лінії. Принципи та переваги

Олександр Степанишин. СП Комора

За звичай, системи фонового озвучення та оповіщення представляють собою набір акустичних систем (АС), які працюють на одній лінії підсилення, підключені, переважно, паралельно. Як правило, різні АС звукового комплексу повинні відтворювати звуковий сигнал з різною інтенсивністю. Через це, розрахунок загального опору лінії достатньо складний і трудомісткий.

Вирішення цієї проблеми прийшло з появою трансформаторних ліній, які значно спростили розрахунки при проектуванні звукових комплексів з великою кількістю АС. В підсилювачах, що працюють на трансформаторні лінії середньоквадратичне значення напруги на виході складає 70, 100 або 120 В. На практиці акустичні системи підключаються до довгих ліній з використанням понижуючих трансформаторів, які дозволяють кожній АС „відбирати” з лінії необхідну потужність, в той час як потужність на виході підсилювача максимальна.

Розглянемо систему, що складається з підсилювача з виходом на 70 вольтову лінію та однієї АС потужністю 5 Вт. При опорі гучномовця 8 Ом, понижуючий трансформатор в АС повинен бути розрахований таким чином, щоб напруга на його виході, згідно закону Ома ($U^2=P \cdot R$), складала 6,3В. Отже, коефіцієнт трансформації по напрузі дорівнює в такому випадку 0,09. Виходячи з цього, можна стверджувати, що підсилювач відчуває на собі навантаження опором:

$$R_H = \frac{70^2 \cdot 8}{6.3^2} = 1000$$

Опір навантаження для різних потужностей акустичної системи представлено в табл. 1 (70 вольтова лінія).

Таблиця 1

Потужність	1 Вт	5 Вт	10 Вт	30 Вт	60 Вт	100 Вт
Опір	5000 Ом	1000 Ом	500 Ом	167 Ом	83 Ом	50 Ом

Як видно з представленої таблиці, опір акустичних систем достатньо високий, тому для розрахунку трансформаторної лінії набагато лише просумувати потужність всіх АС, що входять в лінію. Сумарна потужність АС повинна дорівнювати вихідній потужності підсилювача. На практиці, бажано, щоб сумарна потужність АС не перевищувала 80% максимальної вихідної потужності підсилювача.

Втрати на лінії

Попередні розрахунки було проведено для ідеалізованої системи, тобто системи, в якій немає втрат потужності. Насправді ж, трансформатор, як і будь-який інший

елемент звукової системи, призводить до певних втрат потужності. У сучасних трансформаторів втрати не повинні перевищувати величину 1 дБ.

70 чи 100 вольт

В світі існує декілька стандартів для трансформаторних ліній. Більшість країн світу використовують 100 вольтові лінії, країни ж Північної Америки – 70 вольтові. 100 вольтові лінії мають перевагу над 70 вольтовими в тому, що сумарна потужність акустичних систем може більшою при одному і тому ж загальному опорі всієї лінії.

В теперішній час багато виробників акустичних систем вмонтовують в АС перемикачі режимів роботи. При цьому, за умови постійного опору первинної обмотки трансформатора, наприклад 500 Ом, АС потужністю 10 Вт на 70 Вт буде мати потужність 20 Вт при використанні 100 вольтової лінії. В такому випадку, трансформатор АС повинен бути розрахований на найбільшу напругу на якій від може використовуватись, щоб уникнути його пошкодження.

Інші переваги трансформаторних ліній

Окрім того, що використання трансформаторних ліній значно спрощує розрахунки при розробці звукового комплексу, існує ще декілька переконливих технічних аргументів.

Паралельне включення. Використання звичайний АС з вхідним опором 8 Ом не дає можливості паралельного підключення великої кількості систем. Це призводить до значного зниження загального опору лінії і як наслідок може викликати пошкодження підсилювача. Послідовно-паралельне підключення АС не завжди є оптимальним вирішенням проблеми. В трансформаторних лініях опір АС достатньо високий, щоб забезпечити паралельне включення великої їх кількості.

Переріз кабелю. Високий вхідний опір АС дає можливість використовувати кабелі з меншим перерізом. Падіння напруги на кабелі, а як наслідок і втрата потужності, прямо пропорційне опору кабелю і обернено пропорційне опору АС. За використання 8-ми омних АС, переріз кабелю повинен бути достатньо великим (відповідно, опір – низьким) для забезпечення мінімальних втрат потужності. В той же час, якщо опір АС складає величину, припустимо, 100 Ом, можна використовувати кабель з більшим внутрішнім опором. Такий кабель має менший переріз і нижчу вартість. Це дає можливість зекономити кошти при створенні системи.

Вибір потужності. В багатьох системах озвучення є необхідність використовувати АС на різних потужностях, що пояснюється різною висотою стелі приміщення, щільністю розміщення АС або побажаннями замовника. Наявність перемикача потужності в трансформаторних АС дозволяє вибирати потрібний рівень потужності для кожної окремої системи.

Чому трансформаторні лінії називають „лініями з постійною напругою”

Інколи трансформаторні лінії дійсно називають лініями постійної напруги. Але це не означає, що по кабелях біжить струм з незмінним значенням постійної або змінної напруги 100 В. Цей термін раніше застосовується до перших телефонних ліній. Справа в тому, що при високому співвідношенні вхідного опору АС до вихідного опору підсилювача середньоквадратичне значення напруги на вході АС залишається практично незмінним при зміні опору АС. Тобто, це означає, що середньоквадратичне значення амплітуди звукового сигналу, який подається на 5-ти ватну АС (що відповідає 1000 Ом вхідного опору) складає величину 70 В, залишиться незмінним, якщо 5-ти ватну АС замінити на 50-ти ватну (100 Ом). Отже, напруга в системі практично не залежить від опору лінії. У випадку, зменшення вхідного опору, АС споживає від підсилювача більший струм, і як наслідок збільшується потужність. Можна зробити висновок, що термін „постійна напруга” не є вичерпним для описання принципу роботи трансформаторних ліній.

Висновок

Повне розуміння концепції створення трансформаторних ліній, це перший крок до успішного завершення будь-якого проекту. Використання простих математичних розрахунків дає можливість інсталяторам встановлювати великі системи озвучення для парків, стадіонів, великих торгових комплексів, тощо. Крім того, трансформаторні лінії економлять кошти через використання більш дешевих кабелів для акустичних систем.

