

# ВДОСКОНАЛЕНА СИСТЕМА ЗНЕШКОДЖЕННЯ ПАРАЗИТНИХ ПЕРЕШКОД dbx ADVANCED FEEDBACK SUPPRESSION™ (AFS™)

Аарно Геммонд

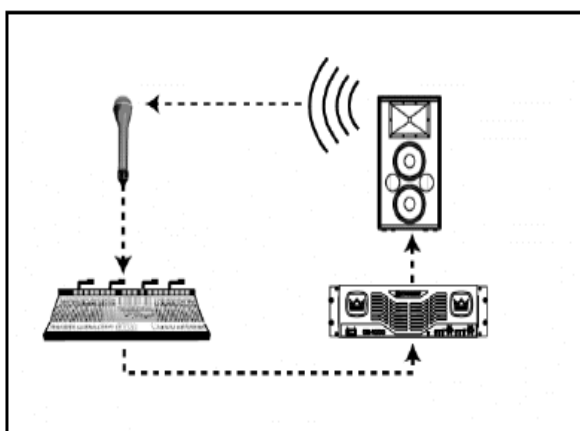
Інженер цифрового звукозапису, Відділення Професійного звукового обладнання DBX

## ВСТУП

Паразитні перешкоди є дамокловим мечем майже усіх підсилювальних систем. Вони здатні перетворити найчудовіше виконання на жахливу прикрість для виконавця, слухачів та звукоінженера. Ще донедавна арсенал електронних засобів протидії паразитним перешкодам був достоту жалюгідним й складався переважно з відчайдушних, але давно морально застарілих спроб пристосувати для цього еквалайзери. З появою метода цифрової обробки сигналу (ЦОС) з'явилася можливість автоматичного знешкодження паразитних перешкод. На жаль, чимало перших систем, які застосовували ЦОС, були нездатні зберігати звукову цілісність аудіосигналу через те, що для ефективного знешкодження паразитних перешкод вони потребували застосування широкосмугових фільтрів. Алгоритм dbx® AFS™ дозволяє розв'язати цю задачу за рахунок використання патентованої системи точного визначення частот Precision Frequency Detection™ з адаптивним визначенням робочого діапазону фільтру. Це дозволяє встановлювати мінімально необхідну кількість надвузькосмугових фільтрів, й відтак припиняти наведення паразитних перешкод без погіршення якості аудіосигналу.

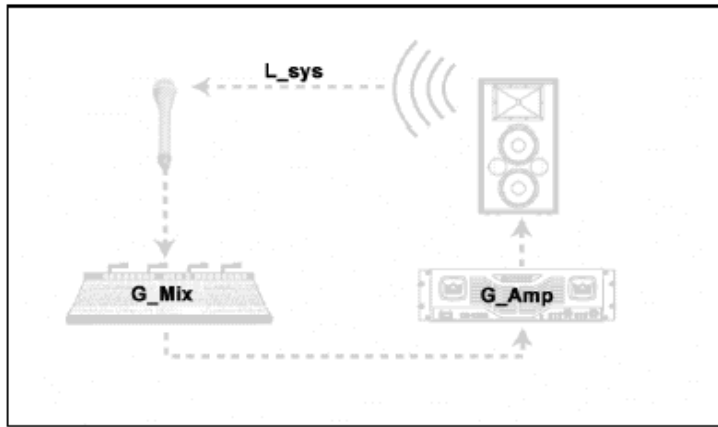
## ЯК ВИНИКАЮТЬ ПАРАЗИТНІ АКУСТИЧНІ ПЕРЕШКОДИ

Акустичні перешкоди утворюються у системі підсилення сигналу через те, що вихідний сигнал, який передається через акустичну систему, вловлюється мікрофоном й далі підсилюється, створюючи таким чином кільцеве паразитне збудження. Внаслідок цього виникає чутне “свистіння”, або “завивання” аудіосистеми. На Мал. 1 показано типовий механізм утворення паразитних акустичних перешкод у системі аудіообладнання, що складається з мікрофону, мікшерного пульта, підсилювача та акустичної системи.



Мал. 1

Як видно з Мал. 2, сумарний коефіцієнт підсилення ланцюга складається з коефіцієнтів підсилення мікшерного пульта ( $G_{mix}$ ) та підсилювача ( $G_{amp}$ ), а також втрат у трактах системи ( $L_{sys}$ ).



Мал. 2

$L_{sys}$  включає втрати трактів між мікрофоном та мікшерним пультом, між акустичною системою та мікрофоном, а також усі інші втрати у ланцюзі. Таким чином, коефіцієнт підсилення системи можна представити математично у вигляді:

$$\text{Коеф. підс. ланцюга} = G_{mix} * G_{amp} * L_{sys}.$$

Це рівняння у децибельній розмірності буде мати вигляд:

$$\text{Коеф. підс. ланцюга}_{дБ} = G_{mix}_{дБ} + G_{amp}_{дБ} + L_{sys}_{дБ}.$$

Для виникнення акустичних паразитних перешкод коефіцієнт підсилення ланцюга має бути більшим за одиницю (або більше 0 дБ) та знаходитися у фазі до відповідної частоти. Коли це відбувається, коефіцієнт підсилення ланцюга необхідно зменшити до величини, меншої за одиницю, з тим, аби знешкодити паразитні перешкоди. Це дає нам:

$$\text{Коеф. підс. ланцюга}_{дБ} = G_{mix}_{дБ} + G_{amp}_{дБ} + L_{sys}_{дБ} + G_{atten} < 0 \text{ дБ},$$

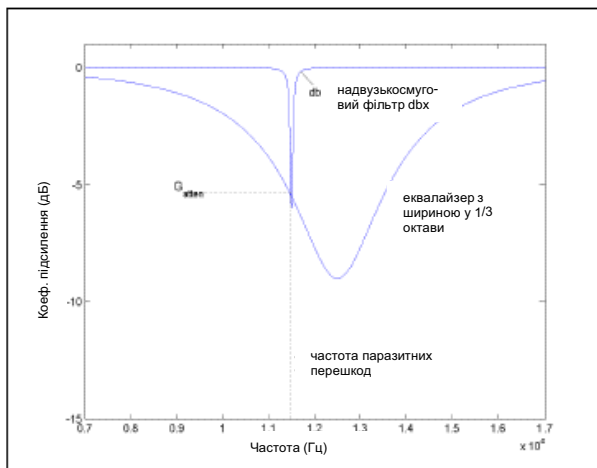
де  $G_{atten}$  відповідає необхідному рівневі атенюації, потрібному для зменшення коефіцієнту підсилення ланцюга на зазначеній частоті до величини меншої за 0 дБ.

### **ВДОСКОНАЛЕНА СИСТЕМА ЗНЕШКОДЖЕННЯ ПАРАЗИТНИХ ПЕРЕШКОД dbx ADVANCED FEEDBACK SUPPRESSION™ (AFS™)**

Алгоритм вдосконаленого знешкодження паразитних перешкод dbx Advanced Feedback Suppression™ (AFS™) знешкоджує паразитні перешкоди завдяки включенню вузькосмугового фільтра на частоті паразитних перешкод. Коли коефіцієнт підсилення ланцюга зменшується нижче одиниці, паразитні наведення зникають. Використовуючи наш патентований метод точного визначення частоти Precision Frequency Detection™ з адаптивним діапазонним фільтром, ми можемо встановлювати мінімально необхідну кількість надвузькосмугових фільтрів ( $Q = 116$ , ширина смуги пропускання =  $1/80$  октави<sup>1</sup>). Використання надвузькосмугових фільтрів дозволяє зберегти якість звучання системи.

<sup>1</sup> Ширину смуги пропускання фільтра можна визначати у одиницях Q, або у октавах. Величина Q обчислюється шляхом поділу центральної частоти на ширину смуги пропускання фільтра. Для фільтрів знешкодження паразитних перешкод dbx ширина смуги пропускання вимірюється на рівні -3 дБ (починаючи від 0 дБ). Це значить, що незалежно від того, наскільки глибоко "зрізає" частоти фільтр, ширина його смуги пропускання вимірюватиметься починаючи з рівня -3 дБ. Це важливо, оскільки чимало конкурентів заявляють, що також ставлять на своє обладнання вузькосмугові фільтри, але ширина смуги пропускання цих фільтрів на рівні 3 дБ вище пікового рівня "зрізання" частот. Інакше кажучи, при зрізанні рівня частот до -18 дБ деякі наші конкуренти визначають широту смуги пропускання фільтра на рівні -15 дБ. У такому випадку фільтр матиме значно ширшу смугу пропускання (графічне пояснення цього наведено у наступному розділі. Іншим способом вимірювання смуги пропускання фільтра є вимірювання у октавах. При цьому зазначене число (напр.,  $1/10$  октави) і є шириною смуги пропускання фільтра, яка змінюється залежно від рівня центральної частоти.

Свого часу (тобто, до появи системи автоматичного знешкодження паразитних перешкод) паразитні перешкоди видалялися вручну із застосуванням графічного або параметричного еквайзера з шириною смуги пропускання у 1/3 октави. При появі паразитних наведень звукоінженер мав вгадати їх імовірну частотну локалізацію й вивести повзунок регулятора для зменшення коефіцієнту підсилення саме на цій частоті. Але цей метод призводить до зрізання невиправдано великих частин частотного спектру. Алгоритм dbx Advanced Feedback Suppression™ (AFS) для зменшення коефіцієнту підсилення на частоті виникнення паразитних перешкод використовує надвузькосмуговий фільтр. На Мал. 3 співставлені результати використання графічного еквайзера з шириною пропускання 1/3 октави та надвузькосмугового фільтра системи dbx AFS™. Знову ж таки, *Gatten* відповідає рівневі атенюації, необхідному для гарантованого видалення паразитних перешкод. Малюнок дає дуже наочне уявлення про обмеження ручного методу.



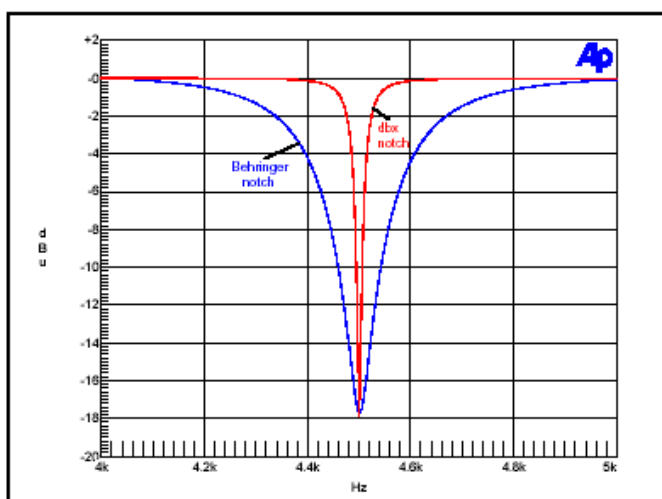
Мал. 3

### **МЕТОД ТОЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТОТИ ПАРАЗИТНИХ ПЕРЕШКОД PRECISION FEEDBACK FREQUENCY DETECTION™**

Хоча усі автоматичні системи знешкодження паразитних перешкод єднає використання вузькосмугових фільтрів знешкодження паразитних перешкод, між цими системами є також значні розбіжності, що проявляються у визначенні як місць встановлення таких фільтрів, також й необхідної ширини їхньої смуги пропускання.

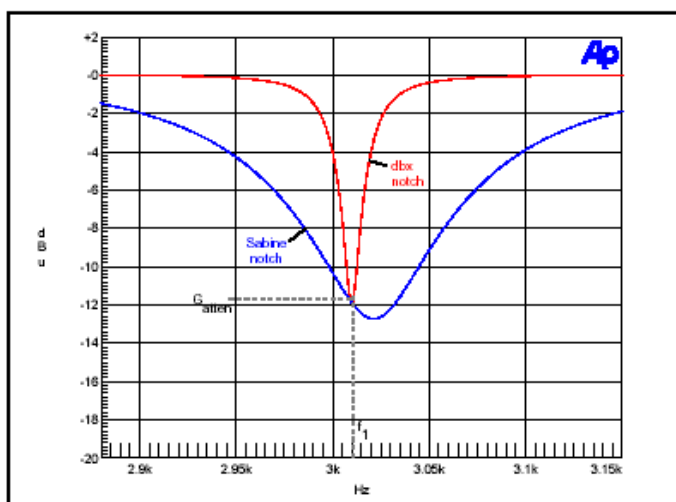
Найпоширенішим наріканням на якість традиційних систем знешкодження паразитних перешкод є те, що їхні фільтри знешкодження паразитних перешкод зрізають значні частини звукового спектру, що зрештою призводить до зниження аудіо-якості всієї системи. У той час, як більшість конкурентів намагаються переконати вас у тому, що вони використовують вузькосмугові фільтри, котрі не змінюють достовірність відтворення сигналу, насправді обмеження застосовуваного ними алгоритму знешкодження паразитних перешкод змушують їх використовувати фільтри з ширшими смугами пропускання. Деякі конкуренти стверджують, що використовують фільтри знешкодження паразитних перешкод з шириною смуги пропускання аж 1/60 октави ( $Q = 87$ )<sup>2</sup>, але при цьому не повідомляють, що щобільше вони зрізають частоту, то ширшою стає ширина діапазону. На Мал. 4 представлено порівняння знешкоджувального фільтра Behringer з шириною смуги в “1/60 октави” та фільтру dbx з шириною смуги 1/80 октави на частоті зрізання –18 дБ.

<sup>2</sup> Див. Інструкція по застосуванню Системи знешкодження паразитних перешкод Behringer Feedback Destroyer Pro.



Мал. 4

Завдяки нашій патентованій системі точного визначення частоти паразитних перешкод dbx Precision Feedback Frequency Detection™ ми можемо надзвичайно точно визначити частоту паразитних перешкод й розташувати надвузькосмуговий фільтр саме там. Застосування надвузькосмугових фільтрів зменшує до мінімуму небажаний вплив фільтрів на якість звучання системи. На Мал. 5 показано дію надвузькосмугового фільтру dbx, встановленого на частоті паразитної перешкоди  $f_1$ . Величина  $G_{atten}$  відповідає рівневі необхідної глибини роботи фільтру, потрібної для ефективного видалення перешкоди. Більшість систем знешкодження паразитних перешкод лише визначають їх існування й розташовують вузькосмугові фільтри на дискретних частотних позиціях. Приміром, з прикладу, наведеного на Мал. 5, видно, що частота паразитної перешкоди  $f_1$  дорівнює 3011 Гц. Якщо ви можете встановлювати фільтри лише з дискретністю 12 або 6 Гц, тоді для ліквідації зазначеної паразитної перешкоди на частоті 3011 Гц вам знадобиться фільтр з доволі широкою смугою пропускання (або глибиною зрізання) сигналу. Фільтр Sabine, аби впоратися з таким завданням, внаслідок використання широкосмугового фільтру знешкодження зріже дуже велику частину звукового спектру<sup>3</sup>. Завдяки використанню методу точного визначення частоти Precision Frequency Detection™, алгоритм dbx може встановити фільтр практично у будь-якій смузі звукового спектру, а не тільки на дискретних частотних позиціях. Встановлюючи фільтр саме на частоті паразитної перешкоди, ми можемо звести до мінімуму зрізання звукового спектру.



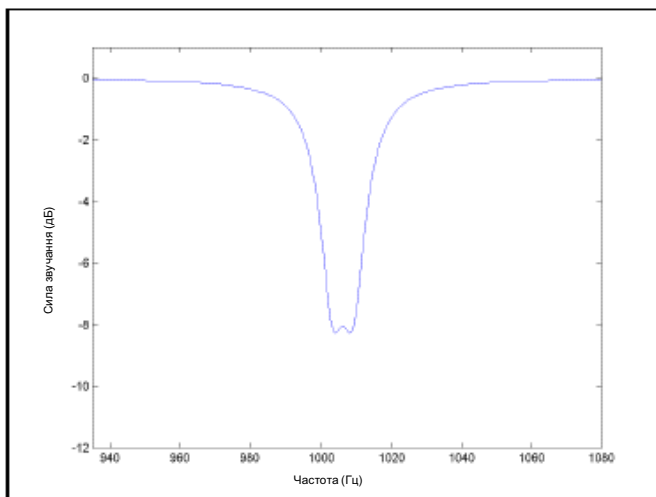
Мал. 5

<sup>3</sup> Так, максимальна величина Q в Sabine FBX1020 та Shure DFR11EQ складає лише 14,4 (1/10 октави).

Так само деякі конкуренти збільшують глибину зрізання частоти фільтру з тим, аби компенсувати похибку визначення частоти паразитної перешкоди. Це значно збільшує ширину діапазону фільтру, але без реальної необхідності зрізає значну частину звукового спектру. Знову ж таки, алгоритм dbx дозволяє з високою точністю встановити частоту генерації паразитної перешкоди й розташувати фільтр саме на цій частоті, зменшуючи вплив на решту звукового спектру.

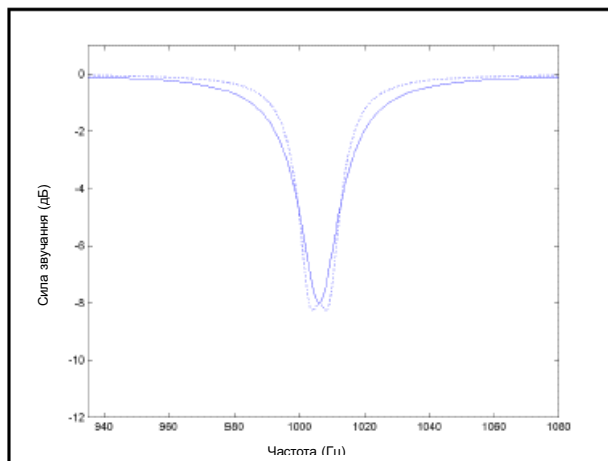
### **АДАПТИВНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧОГО ДІАПАЗОНУ ФІЛЬТРУ**

Наступним (й навіть поширеним) кроком після визначення та виділення паразитної перешкоди є розташування фільтрів якнайближче до кожної частоти перешкоди. Таке явище може виникати тому, що система може давати паразитні наведення у близькому діапазоні частот, або внаслідок того, що частота паразитної перешкоди час від часу “плаватиме”. На Мал. 6 показано частотні характеристики двох суміжних фільтрів знешкодження перешкод ( $Q = 116$ ; глибина зрізання частот =  $-6$  дБ) розташованих на частотах 1003 Гц та 1009 Гц на відстані 6 Гц один від одного. У цьому випадку необхідність встановлення двох фільтрів була викликана паразитними перешкодами, що виникли окремо на двох зазначених частотах.



Мал. 6

Ми можемо вимкнути один з фільтрів, встановивши між цими двома частотами (на частоті 1006 Гц,  $Q = 50$ ) єдиний фільтр з широкосмуговим фільтром (та нижчим рівнем  $Q$ ) (Мал. 7).



Мал. 7

Цей *єдиний* фільтр ефективно наближується до частотних характеристик двох окремих фільтрів, встановлених дуже близько один до одного за рівнем частоти. Завдяки адаптивної зміни рівня Q фільтра, система dbx AFS™ використовує найменшу кількість фільтрів, лишаючи більше фільтрів вільними для протидії можливим наступним паразитним перешкодам.

### ***ОДНОЧАСНЕ ВСТАНОВЛЕННЯ ДЕКІЛЬКОХ ФІЛЬТРІВ***

Чимало пристроїв знешкодження паразитних перешкод конструктивно передбачають, що система підсилення звуку у кожний окремий проміжок часу матиме лише одну частоту паразитної перешкоди. Однак, практика свідчить про можливість існування більше однієї частоти, на якій відчувається паразитна перешкода. У таких випадках чимало пристроїв виробництва конкурентів можуть знешкоджувати лише одну перешкоду за раз, тоді як система dbx Advanced Feedback Suppression™ (AFS™) може видаляти до 6 частот паразитних перешкод у кожний окремий момент часу. Це підвищує суб'єктивну швидкість роботи пристрою знешкодження паразитних перешкод та запобігає частим випадкам появи “невловимих” паразитних перешкод.

## **ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ВДОСКОНАЛЕНОГО ЗНЕШКОДЖЕННЯ ПАРАЗИТНИХ ПЕРЕШКОД dbx ADVANCED FEEDBACK SUPPRESSION™**

### ***ФІКСОВАНІ ТА КОНЦЕРТНІ РЕЖИМИ***

Як правило, кожний захід виявляє схильність до формування паразитних перешкод на певних “резонуючих” частотах, які зумовлюються параметрами самого приміщення, а також умовами інсталяції та встановлення мікрофонів і акустичних систем. Для нейтралізації таких перешкод ще перед початком виступу існує “ФІКСОВАНИЙ” режим інсталяції обладнання. Фільтри цього режиму лишаються увімкненими впродовж всього часу виконання й не можуть вимикатися автоматично (лише в ручному режимі).

“КОНЦЕРТНИЙ” режим розроблений для адаптивного вимикання фільтрів у міру зміни параметрів системи. Це може бути пов'язано з переміщенням мікрофону, зміною змісту сигналу або коефіцієнту підсилення, або змінами в акустиці приміщення. Якщо всі фільтри “КОНЦЕРТНОГО” режиму задіяні, тоді з появою паразитної перешкоди на новій частоті вони починають “перешиковуватися”. При цьому перший встановлений фільтр вимикається й переналагоджується на частоту нововиявленої паразитної перешкоди. Фільтри “КОНЦЕРТНОГО” режиму конструктивно призначені для постійної роботи під час живого концертного виконання.

### ***ФУНКЦІЯ ПІДЙОМУ КОНЦЕРТНОГО ФІЛЬТРУ***

Під час живого концертного виконання фільтри “КОНЦЕРТНОГО” режиму адаптуються до зміни параметрів оточуючого середовища, відсікаючи паразитні перешкоди, як тільки ті з'являться. Ця функція є дуже корисною, оскільки частотні характеристики заходу з часом можуть змінюватися. Через динамічні зміни оточуючого середовища фільтр, що був встановлений 5 або 10 хвилин тому, вже може бути непотрібним через зникання паразитних перешкод на вибраній для нього частоті. Функція “Підйому концертного фільтру”

дозволяє користувачеві встановлювати таймери для фільтрів “КОНЦЕРТНОГО” режиму. Після спрацювання таймеру для кожного окремого фільтра чутливість фільтра трохи піднімається. Якщо потреба у знешкодженні паразитних перешкод на цій частоті лишається, фільтр не вимикається й продовжує працювати. Якщо ж необхідності у роботі саме на цій частоті вже немає, фільтр вимикається й додається до банку фільтрів вільних для знешкодження інших перешкод.

Ця функція є дуже корисною, оскільки вимикає фільтри, потреба у роботі яких вже відпала, й у такий спосіб вивільняє фільтри для знешкодження нових паразитних перешкод. Крім того, вона створює автоматичний механізм перезавантаження фільтрів “КОНЦЕРТНОГО” режиму. При цьому відпадає потреба перезавантажувати ці фільтри вручну по завершенні заходу.

## **ВИСНОВКИ**

Патентована поліпшена система знешкодження паразитних перешкод dbx Advanced Feedback Suppression™ (AFS™) завдяки застосуванню надвузькосмугових фільтрів ( $Q = 116$ ) забезпечує безпечне та надійне знешкодження паразитних перешкод, а також підтримує цілісність аудіосистеми та якість її звучання. Метод точного визначення частоти паразитних перешкод Precision Frequency Detection™ дозволяє з винятковою точністю визначати частоту виникнення паразитної перешкоди та встановлювати надвузькосмуговий фільтр, підтримуючи з допомогою цього достовірність відтворення аудіосигналу. Алгоритм адаптивного визначення робочого діапазону фільтру вивільняє суміжні фільтри для знешкодження нових паразитних перешкод.

Ця патентована система знешкодження паразитних перешкод dbx Advanced Feedback Suppression™ (AFS™) є складовою частиною нового процесора **dbx DriveRack PA**.

*Ексклюзивний дистриб'ютор DBX в Україні – СП Комора*

---

### **СП КОМОРА**

03680, Київ, пр. Академіка Глушкова, 1, Експоцентр України, павільйон №22  
Тел.: (044) 251-9196, 251-9198. Факс: (044) 251-9317. E-mail: [info@komora.com](mailto:info@komora.com)  
[www.komora.com](http://www.komora.com)