

ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ТА ПОБУДОВИ ІМПУЛЬСНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ ЗВУКОВОЇ ЧАСТОТИ

доц. Новгородцев А.І. студ. Крючко Є.В.
студ. Тимохін В.А.

Дана робота присвячена деяким аспектам проектування широтно-імпульсного (клас D) підсилювача потужності звукової частоти (ППЗЧ).

В останній час у сучасній інженерній науці, що займається проектуванням ППЗЧ, намітився перехід від класичних схем (безтрансформаторний каскад класу АВ) до більш сучасних розробок – вихідних каскадів імпульсно-аналогового (клас Н) та імпульсного (клас D) типів.

В основі ППЗЧ класу D лежить принцип широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) (Рис. 1), при якій аналоговим вхідним сигналом модулюється імпульсу прямокутної форми постійної амплітуди і частоти.



Рис. 1

При використанні ШІМ вихідний каскад підсилювача працює не у активному, а в ключовому режимі, що дозволяє використовувати в ньому польові транзистори К-МОП структури (напр. STB19N520 – 150 V, 50 A). Враховуючи досить великий коефіцієнт корисної дії (ККД), пов'язаний з тим, що коли транзистор відкритий на ньому майже не падає напруга ($U_{ce} < 0.01$ В при $U_{ce} = 85$ В) а коли закритий, опір

каналу дуже високий (перевищує 100 кОм). Такий режим значно зменшує нагрів вихідних транзисторів та дозволяє будувати на одній комплементарній парі каскад потужністю до 250 Вт.

Для роботи ШІМ необхідно перетворити неперервний аналоговий сигнал до дискретного, який тим чи іншим методом (напр. за допомогою компаратора) буде модулювати ширину прямокутних імпульсів. У якості частоти імпульсного сигналу вибирається величина, що мінімум в два рази перевищує верхню границю діапазону підсилення

Структурна схема підсилювача зображена на рисунку 2



Рис. 2

Побудова ШІМ значно спрощується з використанням у її конструкції досягнень сучасної мікросхемотехніки, наприклад мікросхеми-драйвера імпульсних ключів ТА0102А, що представляє собою здвоєний 24 бітний АЦП, генератор прямокутних імпульсів та драйвер потужних польових транзисторів в одному корпусі

Крім того перевагою класу D є можливість використання імпульсних джерел живлення, які при використанні класичних схем вихідних каскадів схильні викликати самозбудження кінцевих ступенів та потребують складної системи фільтрації, що значно зменшує ККД та зводить на нівець усі переваги ІДЖ.

Але ППЗЧ класу D мають і суттєві недоліки, основний з яких це невисокий ступінь лінійності (особливо на високих частотах), відносно високі гармонічні та нелінійні спотворення (0,1-1,5%), високий рівень завад, які викликає працюючий у ключовому режимі вихідний каскад.

Корекція роботи останнього у була основною метою даної роботи. До складу мікросхеми драйвера входить спеціальний зовнішній ланцюг (RC контур) мета якого регулювати крутизну фронтів імпульсів, що поступають на вихідний каскад. Так як підсилювач працює не на лінійне активне навантаження, а на складний індуктивно-активний елемент (динамічна головка) з нелінійною амплітудно-частотною та динамічною характеристиками то форма імпульсів вихідного каскаду для отримання максимальної лінійності повинна дещо відрізнятися від прямокутної. По перше необхідно враховувати затримку розповсюдження сигналу (зміщення фронту струмів стоку та заслону) та так звані сквізні струми – струми у колі заслону що виникають в момент комутації потужних транзисторів та здатні значно змінювати режим роботи вихідного каскаду. Збільшення крутизни імпульсів призводить до зростання рівня завад, а зменшення – до різкого зменшення ККД та нагріву вихідних транзисторів.

У схемі використовується імпульсний блок живлення з оптоелектронним зворотнім зв'язком та двохтактним імпульсним генератором. Випрямляч побудований по мостовій схемі на діодах Шоттки з LC фільтром на виході.

Для досліду було створено експериментальний підсилювач, який випробовувався як на ідеальному (синусоїда 1 КГц), так і на реальному музичному сигналі. Навантаженням підсилювача була однополюсна динамічна головка потужністю 150 Вт. Робота підсилювача порівнювалась з еталонним підсилювачем АВ класу, побудованим по класичній схемі.

Спектри вихідного експериментального сигналу для імпульсного та лінійного підсилювачів зображені відповідно на рисунках 3 та 4. (Для імпульсного підсилювача експериментально підбиралася крутизна імпульсів при якій досягалася максимальна лінійність вихідного каскаду та ККД)

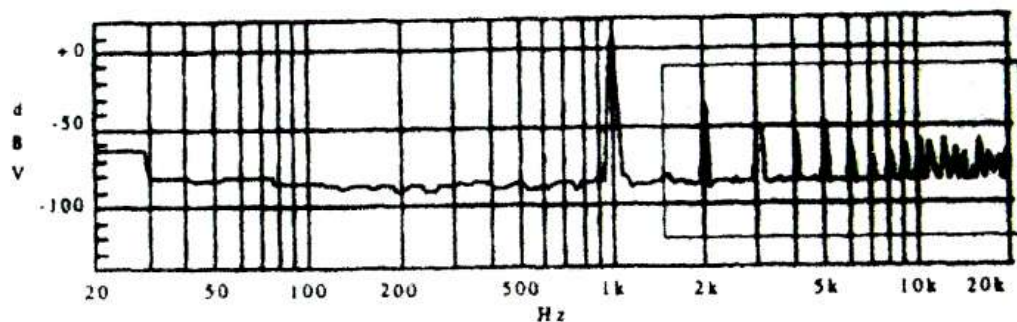


Рис. 3

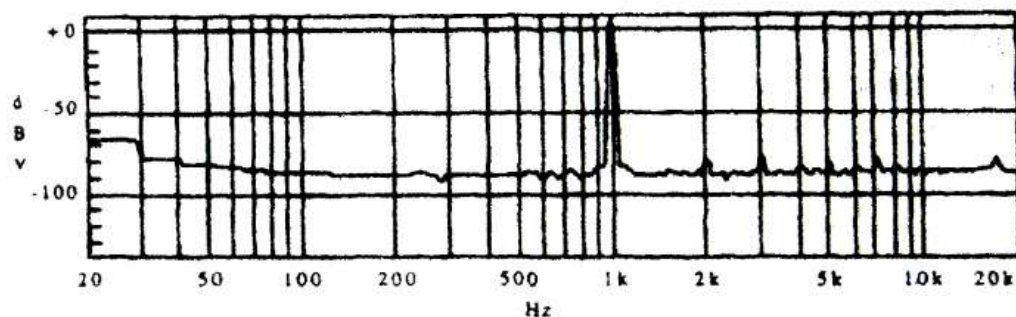


Рис. 4

Згідно з результатами проведеної роботи можна зробити висновок, що клас D може використовуватись у підсилювачах потужності, але його використання ефективне лише на великих потужностях, коли більш важливим є високий ККД ППЗЧ ніж висока вірність передачі сигналу. Для підсилювачів низької та середньої потужності використання режиму D не доцільне через необхідність побудови складних протизавадних фільтрів, та відносно високий коефіцієнт спотворень.