



Аналогты электронды схемалар

ДӘРІСКЕР:

PhD, доцент м.а. Құттыбай Нұржігіт Бақытұлы

Дәріс 9 Операциялық күшейткіштерді тәжірибеде қолдану

Дәрістің мақсаты: Операциялық күшейткіштердің (ОК) негізгі қосылу схемаларын, олардың жұмыс істеу принциптерін және тәжірибелік қолдану салаларын түсіну; идеал және нақты ОК сипаттамаларын ажыратуды, күшейту коэффициентін есептеуді, сондай-ақ инвертирлеуші, инверттемейтін, қосындылаушы, интегралдаушы және дифференциалдаушы күшейткіштерді талдау арқылы аналогтық сигналдарды өңдеуде ОК-тің маңызын ұғыну.

Міндеттері:

1. Идеалды және нақты ОК сипаттамаларын салыстыру.
2. Операциялық күшейткіштің негізгі құрылымын және ішкі каскадтарын түсіндіру.
3. Инвертирлеуші, инверттемейтін, қосындылаушы, интегралдаушы және дифференциалдаушы күшейткіш схемаларын талдау.
4. ОК арқылы аналогтық сигналдарды өңдеудің практикалық қолдану салаларын көрсету.
5. Күшейту коэффициентін есептеу және схемаларды жобалау жолдарын көрсету.

Операциялық күшейткіштің құрылымы мен негізгі сипаттамалары

Идеал операциялық күшейткіш (ОК) — бұл теориялық модель, ол нақты құрылғылардың жұмысын түсіну және есептеу жеңілдігі үшін қолданылады.

Идеал ОК келесі сипаттамаларға ие:

Кірістік кедергі (Input resistance) — шексіз үлкен

Шығыстық кедергі (Output resistance) — нөлге тең

Ашық тізбектегі күшейту коэффициенті (Open-loop gain) — шексіз үлкен

Жиілікке тәуелсіз жұмыс

Кіріс токтары — нөлге тең

Кіріс кернеулердің айырмасы нөлге ұмтылады (кері байланыспен жұмыс істегенде)

Операциялық күшейткіштердің негізгі қосылу схемалары

Операциялық күшейткіштердің практикалық қолданысында олардың түрлі конфигурациялары қолданылады. Бұл конфигурациялар сигналдарды күшейту, өңдеу, математикалық операцияларды (қосу, алу, интегралдау, дифференциалдау) жүзеге асыру үшін пайдаланылады.

Қосындылаушы күшейткіш — бірнеше кіріс сигналдарын жинақтап, бір шығыс сигнал ретінде береді. Бұл аналогтық сигналдарды математикалық қосу үшін қолданылады.

- ☐ Барлық кіріс сигналдары (мысалы, V_1, V_2, V_3) сәйкес резисторлар арқылы инверттелетін кіріске беріледі.
- ☐ ОК инверттелмейтін кірісі жерге жалғанады.
- ☐ Кері байланыс резисторы арқылы сигналдар біріктіріледі.

Егер барлық кіріс резисторлар R , ал кері байланыс резисторы R_f болса:

$$V_{out} = -R_f(V_1/R + V_2/R + \dots + V_n/R)$$

Операциялық күшейткіштердің негізгі қосылу схемалары

Интегралдаушы және дифференциалдаушы күшейткіштер

Бұл типтер математикалық операцияларды орындау үшін қолданылады: интегралдау және дифференциалдау.

Интегралдаушы күшейткіш (Integrator) RC тізбегі арқылы кіріс сигналының уақыт бойынша интегралын есептейді.

$$V_{out}(t) = (-1/RC) \int V_{in}(t) dt$$

Дифференциалдаушы күшейткіш (Differentiator) Кіріс сигналының уақыт бойынша туындысын есептейді.

$$V_{out}(t) = -RC \cdot (dV_{in}(t)/dt)$$

Операциялық күшейткіштерді тәжірибеде қолдану

☐ Аудио сигналды күшейту (микрофон күшейткіштері, дыбыс жүйелері)

☐ Аналог сүзгілер (төменгі/жоғарғы жиілікті сүзгілер)

☐ Сигналды қалыпқа келтіру (нормализация)

☐ Датчиктерден алынған әлсіз сигналдарды күшейту

☐ Қосынды, айырма, интеграл, туындыны есептеу

☐ Аналогтық есептеуіш машиналарда қолданылады

☐ Автоматика мен қорғау жүйелерінде қолданылады

Қорытынды

Операциялық күшейткіштер – аналогтық сигналдарды өңдеуде кеңінен қолданылатын әмбебап элементтер. Олардың түрлі қосылу схемалары — инвертирлеуші, инверттемейтін, қосындылаушы, интегралдаушы және дифференциалдаушы күшейткіштер — әртүрлі есептерді шешуге мүмкіндік береді.

Білімді бекітуге арналған сұрақтар

1. Идеалды ОК-ның негізгі сипаттамаларын атаңыз.
2. Нақты ОК мен идеалды ОК арасындағы айырмашылықтар қандай?
3. Операциялық күшейткіштің ішкі құрылымы қандай каскадтардан тұрады?
4. Инвертирлеуші және инверттемейтін күшейткіштердің негізгі айырмашылығы неде?
5. Қосындылаушы күшейткіштің жұмыс принципі және қолдану салалары қандай?
6. Интегралдаушы және дифференциалдаушы күшейткіштердің формулалары мен қолдану салалары қандай?
7. Күшейту коэффициентін қалай есептейміз және ол қандай факторларға байланысты?
8. ОК-ті аналогтық сигналдарды өңдеуде қандай мақсатта қолданамыз?
9. ОК арқылы датчик сигналдарын күшейту қалай жүзеге асады?
10. Компаратор немесе аналог-цифрлық жүйелерде ОК қолданудың артықшылықтары қандай?

Әдебиеттер тізімі

1. Горяев Ю.И., Ключин В.А. Операционные усилители и их применение. — Москва: Радио и связь, 1988.
2. Гутник Л.Е. Электроника: Аналоговые и цифровые устройства. — Санкт-Петербург: Питер, 2012.
3. Седра А., Смит К. Микроэлектронные схемы. — Москва: Вильямс, 2006.
4. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. — Москва: ДМК Пресс, 2017.
5. Трофимов В.А. Электроника. Аналоговые устройства и схемы. — Москва: Академия, 2010.
6. Franco S. Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits. — McGraw-Hill, 2002.
7. National Semiconductor. Application Note 31: Op Amp Circuit Collection. — Texas Instruments, 2002.
8. Sedra A.S., Smith K.C. Microelectronic Circuits. — Oxford University Press, 2015.