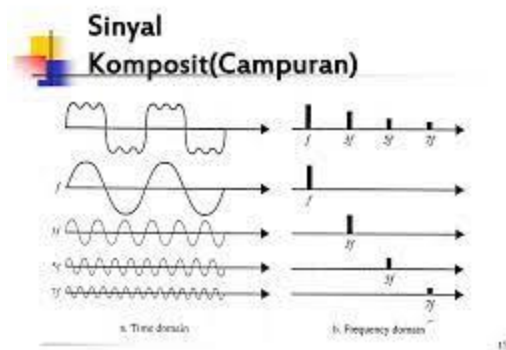


Pembahasan

A. Sinyal Campuran

Sinyal campuran, dalam konteks elektronika, merujuk pada sinyal yang terdiri dari komponen sinyal frekuensi rendah (AC) dan komponen sinyal frekuensi tinggi (DC). Sinyal campuran menggabungkan informasi baik dalam bentuk amplitudo (level tegangan) maupun frekuensi. Secara umum, sinyal campuran dapat dibagi menjadi dua komponen utama: sinyal AC dan sinyal DC. Sinyal AC (Alternating Current) adalah sinyal yang berfluktuasi atau berubah secara periodik dari nilai positif ke negatif. Sinyal ini mewakili informasi yang berhubungan dengan suara, gambar, data, atau sinyal lainnya yang dapat berubah-ubah seiring waktu. Sinyal AC dapat memiliki frekuensi dan amplitudo yang berbeda-beda.



Di sisi lain, sinyal DC (Direct Current) adalah sinyal yang memiliki tegangan konstan tanpa perubahan periodik. Sinyal ini mewakili nilai tegangan tetap yang biasanya digunakan untuk memberi daya pada perangkat elektronik atau sebagai referensi tegangan dalam sistem. Untuk mengelola sinyal campuran, diperlukan

teknik pengolahan sinyal yang tepat. Salah satu metode umum yang digunakan adalah menggunakan rangkaian pemisah sinyal seperti kapasitor dan induktor untuk memisahkan komponen AC dan DC. Rangkaian ini memungkinkan sinyal AC untuk melewati dengan sedikit atau tanpa gangguan sementara mengisolasi sinyal DC.

Sinyal campuran memiliki banyak aplikasi dalam elektronika dan telekomunikasi. Misalnya, dalam sistem audio, sinyal suara yang dihasilkan oleh mikrofon adalah sinyal campuran yang terdiri dari komponen frekuensi rendah yang mewakili suara asli dan komponen frekuensi tinggi yang mungkin berasal dari gangguan atau noise lingkungan. Selain itu, konverter digital ke analog (D/A) dan analog ke digital (A/D) digunakan untuk mengubah sinyal campuran antara bentuk analog dan digital. Konverter D/A mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog yang dapat diproses oleh perangkat audio atau video, sedangkan konverter A/D mengubah sinyal analog menjadi bentuk digital yang dapat dipahami oleh komputer atau sistem digital lainnya.

Dengan pemrosesan dan pengelolaan yang tepat, sinyal campuran dapat digunakan untuk mentransmisikan informasi, menghasilkan suara dan gambar berkualitas tinggi, serta menjalankan berbagai aplikasi elektronika dengan efisiensi dan akurasi yang tinggi.

B. Jenis Umum Sirkuit & Aplikasi Sinyal Campuran

Dalam dunia elektronika, terdapat beberapa jenis umum dari sirkuit dan aplikasi sinyal campuran. Berikut adalah beberapa di antaranya:

1. Penguat (Amplifier):



Sirkuit penguat digunakan untuk menguatkan amplitudo sinyal. Penguat dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti penguat audio untuk meningkatkan kekuatan suara, penguat RF (Radio Frequency) dalam komunikasi nirkabel, dan penguat operasional dalam berbagai aplikasi pengolahan sinyal.

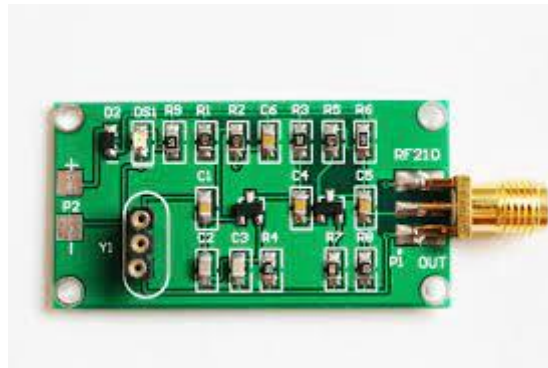
2. Penyearah (Rectifier):



Sirkuit penyearah digunakan untuk mengubah sinyal AC (Alternating Current) menjadi sinyal DC (Direct Current) dengan menghilangkan komponen negatif dari sinyal AC. Ini sering digunakan dalam catu daya

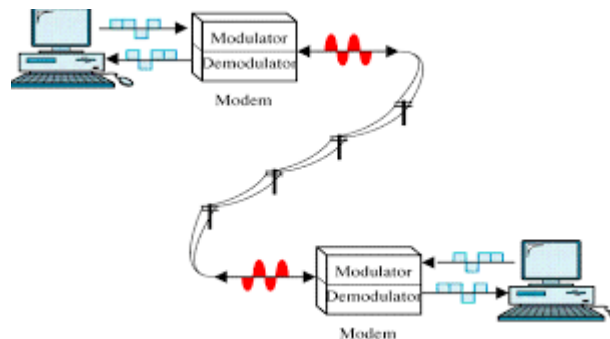
(power supply) untuk menghasilkan sinyal DC yang konstan dari sumber daya AC.

3. Osilator (Oscillator):



Sirkuit osilator digunakan untuk menghasilkan sinyal frekuensi tertentu. Osilator sering digunakan dalam rangkaian pemancar, sistem komunikasi, dan elektronik musik.

4. Modulator dan Demodulator:



Modulator digunakan untuk mengubah sinyal frekuensi rendah menjadi sinyal frekuensi tinggi, sedangkan demodulator digunakan untuk mengembalikan sinyal frekuensi rendah dari sinyal frekuensi tinggi. Teknik

ini digunakan dalam komunikasi nirkabel, seperti modulasi amplitudo (AM) dan modulasi frekuensi (FM).

5. Konverter Digital ke Analog (D/A):



Konverter D/A digunakan untuk mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog. Ini sering digunakan dalam perangkat audio digital, seperti pemutar musik digital yang mengubah file musik digital menjadi sinyal analog yang dapat didengar oleh speaker.

6. Konverter Analog ke Digital (A/D):

Konverter A/D digunakan untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Ini digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pengukuran sensor analog yang dikonversi menjadi data digital yang dapat diproses oleh mikrokontroler atau komputer.

Selain itu, terdapat juga berbagai jenis filter, mixer, modulator frekuensi, dan berbagai sirkuit lainnya yang digunakan dalam pengolahan sinyal campuran. Setiap jenis sirkuit dan aplikasi memiliki karakteristik dan kegunaan yang unik, sesuai dengan kebutuhan dan tujuan spesifik dari sistem atau perangkat elektronik yang digunakan.

C. Analog-Digital Converter (ADC)

DC adalah suatu perangkat yang mengubah suatu data kontinu terhadap waktu (analog) menjadi suatu data diskrit terhadap waktu (digital). ADC banyak digunakan sebagai pengatur proses industry, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim computer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital (komputer).

ADC (Analog to Digital Converter) memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan sampling dan resolusi.

1. Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam sample per second (SPS).
2. Resolusi ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. Sebagai contoh: ADC 8 bit akan memiliki output 8 bit data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 255 ($2^n - 1$) nilai diskrit.

ADC 12 bit memiliki 12 bit output data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 4096 nilai diskrit. Dari contoh diatas ADC 12 bit akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik daripada ADC 8 bit. Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog kedalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal input dan tegangan referensi. Sebagai contoh, bila tegangan referensi (V_{ref}) 5 volt, tegangan input 3 volt, rasio input terhadap referensi

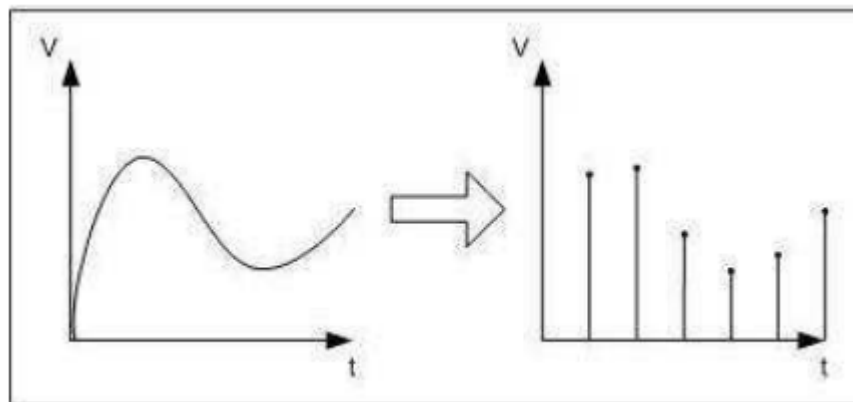
adalah 60%. Jadi, jika menggunakan ADC 8 bit dengan skala maksimum 255, akan didapatkan sinyal digital sebesar $60\% \times 255 = 153$ (bentuk decimal) atau 10011001 (bentukbiner).

Proses pada ADC

Ada 3 proses yang terjadi di dalam ADC, yaitu:

1. Pencuplikan

Proses mengambil suatu nilai pasti (diskrit) dalam suatu data 4 kontinu dalam satu titik waktu tertentu dengan periode yang tetap. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada ilustrasi gambar berikut :

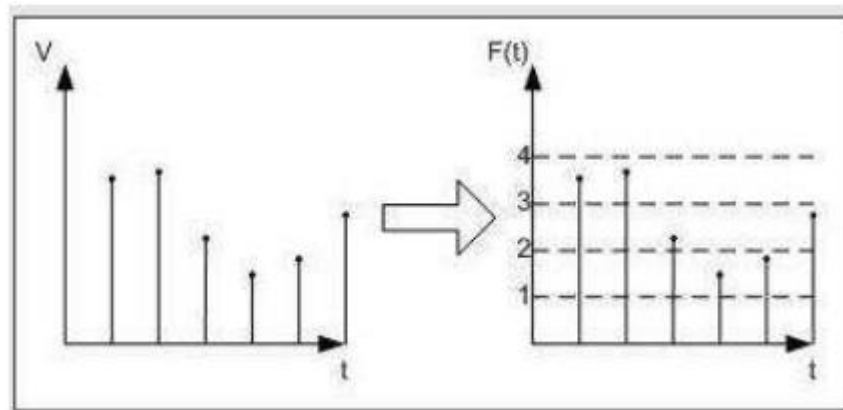


Semakin besar frekuensi pencuplikan, berarti semakin banyak data diskrit yang didapatkan, maka semakin cepat ADC tersebut memproses suatu data analog menjadi data digital

2. Pengkuantisasian

Adalah proses pengelompokan diskrit yang didapatkan pada proses pertama kedalam kelompok-kelompok data. Kuantisasi, dalam matematika dan

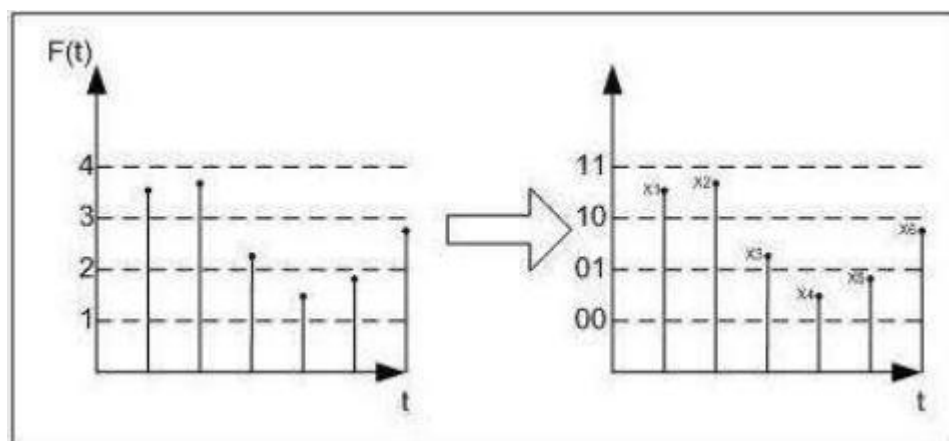
pemrosesan sinyal digital, adalah proses pemetaan nilai input seperti nilai pembulatan.



Semakin banyak kelompok-kelompok dalam proses kuantisasi, berarti semakin kecil selisih data diskrit yang didapatkan dari data analog, maka 4 5 semakin teliti ADC tersebut memproses suatu data analog menjadi data digital.

3. Pengkodean

Adalah mengkodekan data hasil kuantisasi kedalam bentuk digital (0/1) atau dalam suatu nilai biner.



Secara matematis, proses ADC dapat dinyatakan dalam persamaan: $\text{Data ADC} = (V_{in}/V_{ref}) \times \text{Maksimal Data Digital}$ Dengan V_{ref} adalah jenjang tiap kelompok dalam proses kuantisasi, kemudian maksimal data digital berkaitan proses ke-3 (peng-kode-an). Sedangkan proses ke-1 adalah seberapa cepat data ADC dihasilkan dalam satu kali proses.

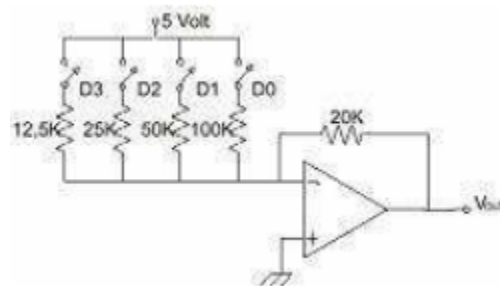
D. Digital-Analog Converter (DAC)

Dalam bidang Elektronika, DAC adalah sebuah piranti untuk mengubah sebuah masukan digital (umumnya adalah biner) menjadi sebuah sinyal analog (arus, tegangan atau muatan elektrik). DAC adalah penghubung antara rangkaian digital dengan rangkaian analog. DAC pada dasarnya 6 mengkonversi masukan (berupa bilangan biner) ke dalam suatu besaran fisik, biasanya berupa tegangan suatu tegangan listrik. Pada umumnya tegangan keluaran adalah suatu fungsi linear dari sejumlah masukan. Kebanyakan sistem menerima suatu kata digital sebagai sinyal masuk dan menterjemahkan atau mengubahnya menjadi tegangan atau arus analog. Kata digital biasanya dinyatakan dalam berbagai kode, yang paling umum adalah biner murni.

Rangkaian Dasar DAC

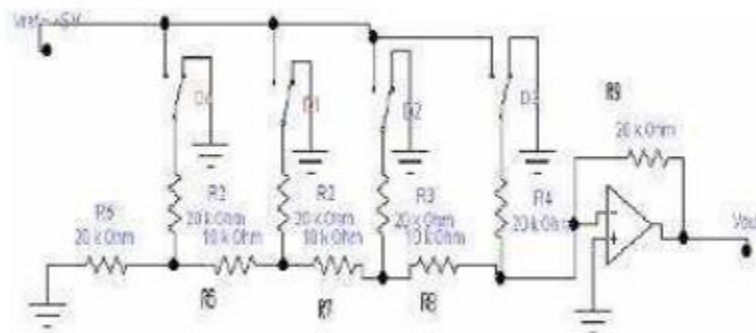
Rangkaian dasar DAC ada 2 jenis :

1. DAC Jenis Binary Weight Resistor



Pada DAC jenis ini, pemasangan nilai resistor pada inputinput D0, D1, D2,... adalah sebagai berikut : Nilai R yang ada di D1 adalah $/2$ dari nilai yang ada di D0, nilai R yang ada di D2 adalah $/2$ dari nilai yang ada di D1 (atau $/$ dari R yang ada di D0) dan seterusnya. Pemasangan nilai R yang seperti itu adalah untuk mendapatkan Vout yang linier (kenaikan per stepnya tetap) Rin dicari dengan memparallel nilai-nilai resistor yang ada pada masing-masing input (D) bila input yang masuk lebih dari satu.

2. DAC Jenis R-2R LADDER



Pada DAC jenis R-2R Ladder pemasangan nilai Resistor pada inputinputnya adalah R-2R, jadi kalau nilai $R = 10\text{ k}$, maka $2R$ nya dipasang 20 k . pemasangan nilai

resistor yang seperti itu adalah untuk 8 mendapatkan V_{out} yang linier (kenaikan per stepnya tetap)

E. Karakteristik Konverter D/A & A/D

Karakteristik penting dari konverter Analog ke Digital (A/D) dan Digital ke Analog (D/A) termasuk:

1. **LSB (Least Significant Bit):** LSB merujuk pada perubahan tegangan atau arus terkecil yang dapat diukur atau dihasilkan oleh konverter. Ini menentukan resolusi konverter, yaitu seberapa detail konverter dapat mewakili sinyal analog. Semakin kecil LSB, semakin tinggi resolusi konverter.
2. **Linearitas:** Linearitas mengacu pada sejauh mana respons konverter terhadap perubahan input atau output menjadi linier atau proporsional. Idealnya, konverter harus memiliki karakteristik linier yang mendekati garis lurus. Ketidaklinearan dapat menghasilkan distorsi pada sinyal yang dikonversi.
3. **Offset:** Offset adalah pergeseran tegangan atau arus keluaran dari nilai yang diharapkan atau diinginkan saat input bernilai nol. Offset dapat terjadi karena ketidaksempurnaan komponen dan ketidaksempurnaan perancangan konverter. Dalam konverter A/D, offset dapat menyebabkan kesalahan pengukuran yang signifikan jika tidak dikoreksi dengan benar.
4. **Gain Error:** Gain error mengacu pada perbedaan antara faktor penguatan aktual konverter dengan nilai yang diharapkan. Ini menggambarkan sejauh mana konverter dapat menghasilkan penguatan yang akurat dan konsisten. Gain error

dapat disebabkan oleh ketidaksempurnaan komponen dan ketidaksempurnaan perancangan konverter.

Karakteristik ini penting untuk memastikan akurasi dan kualitas konversi antara domain analog dan digital. Kesalahan dalam karakteristik ini dapat menghasilkan distorsi, kesalahan pengukuran, atau perubahan yang tidak diinginkan dalam sinyal yang dikonversi. Oleh karena itu, perancangan dan kalibrasi yang hati-hati diperlukan untuk meminimalkan kesalahan dan memastikan kinerja yang diinginkan dari konverter A/D dan D/A.

F. Perbedaan Sifat Konverter D/A & A/D

Konverter Digital ke Analog (D/A) dan Analog ke Digital (A/D) memiliki perbedaan sifat yang perlu dipertimbangkan dalam desain sistem. Berikut adalah beberapa perbedaan utama:

1 D/A Converter:

- **Resolusi:** D/A converter harus memiliki resolusi yang cukup tinggi untuk dapat menghasilkan sinyal analog yang akurat dan presisi. Resolusi ditentukan oleh jumlah bit yang digunakan dalam konversi digital-analog. Semakin tinggi jumlah bit, semakin tinggi resolusi yang dapat dicapai.
- **Kecepatan Konversi:** D/A converter harus mampu menghasilkan sinyal analog dengan kecepatan yang sesuai dengan aplikasi yang dituju. Kecepatan konversi ditentukan oleh faktor seperti tingkat sampel dan waktu tunda dalam konverter.
- **Linearitas:** D/A converter harus memiliki karakteristik linier yang baik, yang berarti keluaran yang dihasilkan harus proporsional dengan input digital yang

diberikan. Ketidaklinearan dapat menyebabkan distorsi dan kesalahan dalam sinyal yang dihasilkan.

2 A/D Converter:

- **Resolusi:** A/D converter harus memiliki resolusi yang cukup tinggi untuk dapat mengubah sinyal analog menjadi representasi digital yang akurat. Resolusi ditentukan oleh jumlah bit yang digunakan dalam konversi analog-digital. Semakin tinggi jumlah bit, semakin tinggi resolusi yang dapat dicapai dan semakin akurat pengukuran.
- **Kecepatan Konversi:** A/D converter harus mampu melakukan konversi dengan kecepatan yang cukup untuk mengambil dan mengkonversi sinyal analog dalam waktu nyata. Kecepatan konversi ditentukan oleh faktor seperti tingkat sampel dan waktu tunda dalam konverter.
- **Linearitas:** A/D converter harus memiliki karakteristik linier yang baik, yang berarti rentang input analog yang ditangkap harus dikonversi secara linier ke rentang nilai digital yang sesuai. Ketidaklinearan dapat menyebabkan kesalahan dalam pengukuran dan distorsi pada sinyal yang dikonversi.

Desain sistem yang efektif memerlukan pemilihan D/A converter dan A/D converter yang sesuai dengan persyaratan aplikasi. Resolusi, kecepatan konversi, dan linearitas adalah faktor-faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam memilih konverter yang sesuai. Selain itu, faktor-faktor lain seperti akurasi, daya yang dikonsumsi, keandalan, dan kemudahan penggunaan juga perlu dipertimbangkan dalam desain sistem yang efektif.

3 Integrasi rangkaian digital & Analog dalam satu IC/Paket

Integrasi rangkaian digital dan analog dalam satu IC (Integrated Circuit) atau paket merupakan konsep penggabungan komponen digital dan analog dalam satu wadah fisik. Tujuan utama dari integrasi ini adalah untuk meningkatkan kepadatan komponen, efisiensi, dan fungsionalitas dalam sebuah sistem elektronik.

Manfaat integrasi rangkaian digital & analog dalam satu IC/Paket

Integrasi rangkaian digital dan analog dalam satu IC (Integrated Circuit) atau paket memberikan berbagai manfaat dalam pengembangan dan penggunaan sistem elektronik. Berikut ini adalah beberapa manfaat penting dari integrasi rangkaian digital dan analog:

1. Efisiensi Ruang: Dengan mengintegrasikan komponen digital dan analog dalam satu IC/paket, penggunaan ruang fisik dapat dioptimalkan. Hal ini mengurangi kompleksitas penghubungan antar komponen dan meminimalkan kebutuhan akan komponen eksternal, sehingga memungkinkan desain yang lebih kompak dan hemat ruang.
2. Kinerja yang Lebih Baik: Integrasi rangkaian digital dan analog dalam satu IC/paket memungkinkan interaksi langsung antara komponen-komponen tersebut. Hal ini memungkinkan optimisasi desain dan kinerja sistem secara keseluruhan. Misalnya, sinyal analog dapat langsung diakses dan diproses oleh komponen digital, dan sebaliknya, menghasilkan pemrosesan sinyal yang lebih efisien dan akurat.

3. Pengurangan Keberisian (Noise): Dalam integrasi rangkaian digital dan analog, keberisian yang timbul akibat penghubung eksternal dapat dikurangi. Komponen digital yang menyebabkan noise dapat diisolasi secara fisik, sehingga mengurangi dampaknya terhadap komponen analog yang sensitif terhadap gangguan. Ini penting dalam aplikasi di mana kualitas sinyal analog sangat kritis, seperti pemrosesan audio atau pengukuran sensitif.
4. Kemudahan Desain: Integrasi rangkaian digital dan analog dalam satu IC/paket menyederhanakan proses desain sistem. Ketersediaan komponen digital dan analog yang terintegrasi memungkinkan desainer untuk memilih dan menggabungkan komponen yang sesuai dengan kebutuhan secara lebih efisien. Hal ini mengurangi kompleksitas desain dan waktu yang dibutuhkan untuk merancang sistem elektronik.
5. Keandalan: Integrasi rangkaian digital dan analog dalam satu IC/paket dapat meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan. Dengan mengurangi jumlah penghubung eksternal, risiko kesalahan penghubungan dan kegagalan mekanis dapat dikurangi. Selain itu, pengintegrasian juga membantu dalam pengelolaan panas dan meminimalkan efek termal yang dapat mempengaruhi performa dan umur paket.
6. Biaya: Integrasi rangkaian digital dan analog dalam satu IC/paket dapat membantu dalam pengurangan biaya produksi. Dengan menggunakan satu paket IC yang menggabungkan fungsi digital dan analog, biaya bahan, produksi, dan perakitan dapat dikurangi secara signifikan dibandingkan dengan menggunakan komponen individual yang terpisah.

Integrasi rangkaian digital dan analog dalam satu IC/paket memberikan manfaat penting dalam efisiensi ruang, kinerja, keberisian, kemudahan desain, keandalan, dan biaya. Ini memungkinkan pengembangan sistem elektronik yang lebih kompak, efisien, and handal dengan performa yang lebih baik.

Masalah/tantangan dalam integrasi rangkaian digital & analog satu IC/Paket

Integrasi rangkaian digital dan analog dalam satu IC/paket juga menghadapi beberapa tantangan atau masalah yang perlu diperhatikan. Berikut ini adalah beberapa tantangan yang terkait dengan integritas rangkaian digital dan analog dalam satu IC/paket:

1. **Interferensi Sinyal:** Rangkaian digital yang kompleks dan beban arus tinggi dapat menghasilkan interferensi elektromagnetik yang dapat mempengaruhi kinerja sinyal analog yang sensitif. Interferensi ini dapat menghasilkan noise, jitter, atau distorsi pada sinyal analog yang diinginkan. Oleh karena itu, pemisahan yang efektif antara bagian digital dan analog dalam IC/paket dan desain yang baik untuk pemisahan sirkuit daya dan jalur sinyal diperlukan untuk mengatasi masalah ini.
2. **Kebocoran Arus:** Kebocoran arus pada transistor digital dalam IC dapat mempengaruhi tegangan dan kinerja sirkuit analog yang terhubung. Kebocoran arus ini dapat menyebabkan offset dan distorsi pada sinyal analog. Teknik desain seperti pengaturan tegangan referensi dan teknik kompensasi arus kebocoran digunakan untuk mengatasi masalah ini.

3. Ketahanan Terhadap Gangguan Daya: Rangkaian digital yang bekerja pada frekuensi tinggi dapat menyebabkan fluktuasi tegangan daya yang signifikan. Fluktuasi ini dapat mempengaruhi kinerja sirkuit analog yang sensitif terhadap tegangan daya. Desain yang baik dengan penggunaan regulator tegangan yang tepat dan filter daya yang efektif diperlukan untuk menjaga stabilitas tegangan daya pada rangkaian analog.
4. Crosstalk: Crosstalk terjadi ketika sinyal dari jalur digital bocor ke jalur analog atau sebaliknya. Hal ini dapat menyebabkan interferensi antara sinyal digital dan analog, mengganggu kinerja sistem secara keseluruhan. Desain yang baik termasuk pemisahan yang tepat antara jalur sinyal digital dan analog, penggunaan penghalang fisik, dan pengaturan yang tepat dalam layout PCB untuk mengurangi efek crosstalk.
5. Pengelolaan Panas: Integrasi rangkaian digital dan analog dalam satu IC/paket dapat menghasilkan peningkatan panas yang signifikan. Panas yang berlebihan dapat mempengaruhi stabilitas dan umur paket serta kinerja sirkuit analog yang sensitif terhadap suhu. Desain termal yang baik, penggunaan heatsink, dan pengaturan pendingin yang tepat diperlukan untuk mengatasi masalah pengelolaan panas.

Tantangan-tantangan ini perlu dipertimbangkan secara cermat dalam desain dan pengembangan rangkaian digital dan analog yang terintegrasi. Dengan mengimplementasikan teknik desain yang tepat dan pengelolaan yang baik,

masalah-masalah ini dapat dikurangi atau diatasi sehingga integritas rangkaian digital dan analog dapat tetap terjaga dalam satu IC/paket

Berikut adalah beberapa contoh perangkat sinyal campuran komersial yang umum digunakan:

1. Smartphone
2. Perekam Audio Digital
3. Televisi Digital
4. Sistem Navigasi Satelit
5. Modem

Perangkat-perangkat ini menggabungkan komponen digital dan analog untuk menerima, memproses, dan mengubah sinyal-sinyal campuran sesuai dengan kebutuhan pengguna.