



مخابرات

(بخش اول)

استاد صافی

نتیجه: سیستم‌های فازی برای (ط، لسون) ترجمه‌ی محمودزایی

از پیش پای ۲ سال ۱۲ موعه سال ۹ موعه ۹،۹ تطایف ۲ موعه

جملہ کتب و تصانیف اصفیٰ بعد

الْوَسْطُ

فصل اول: مقدمه

فصل دوم : افعال مضارع

فصل سوم : ملاسون خطی

فصل چهارم: مدالاسون زاویدای

فضل نهم: ستم‌های مخایلی آنا لوگ

فضل ششم: احتمال و مستقرهای تصادفی (ایجادوری - در احتمال نیست)

نفل هفتم: فرسدهای تصادفی و نویز

فصل ہستم، افعال سلطان در حضور نوبت

فضل ارباب

$\left\{ \begin{array}{l} 1-2 \\ 3-4 \end{array} \right\}$

فصل سوم سبک { ۳-۲ مایل

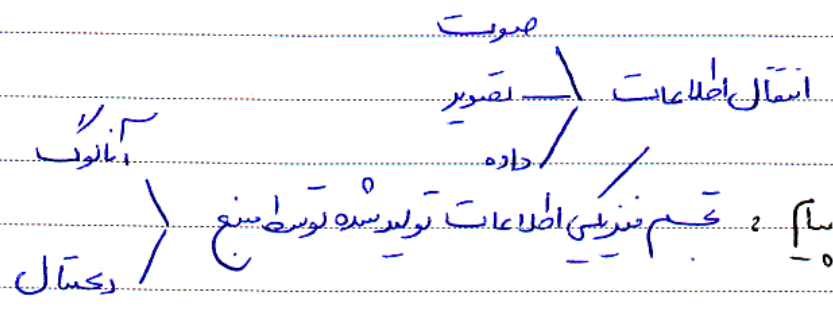
نصف دوم شب { ۳-۲ شب }
{ ۳-۲ شب } نصف اول

$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\omega C_1 + C_2}$

فصل اول : مقدمه

تعریف سیستم فایبرای : سیستم فایبرای سیستمی است که اطلاعات را از یک نقطه (مبدأ) به نقطه‌ای دیگر (مقصد) می‌فرستد.

(انتقال اطلاعات)



آنالوگ : کسبی فیزیکی است که به صورت پیوسته و متغیر از زمان یا بدل دای محیط، شدت نور، ولتاژ، دما، ...

برق، صوت، دمای محیط، ...

دیجیتال : رشته‌ای مرتبی از نمادها است که این نمادها از یک مجموعه متناهی از عناصر گسسته انتخاب شده است.

گروه خونی افراد، سنی، به در یک کتاب وجود دارد، دمای محیط، در جریات، توسط حسگر حس می‌شود در حروف (چیزهای ...)

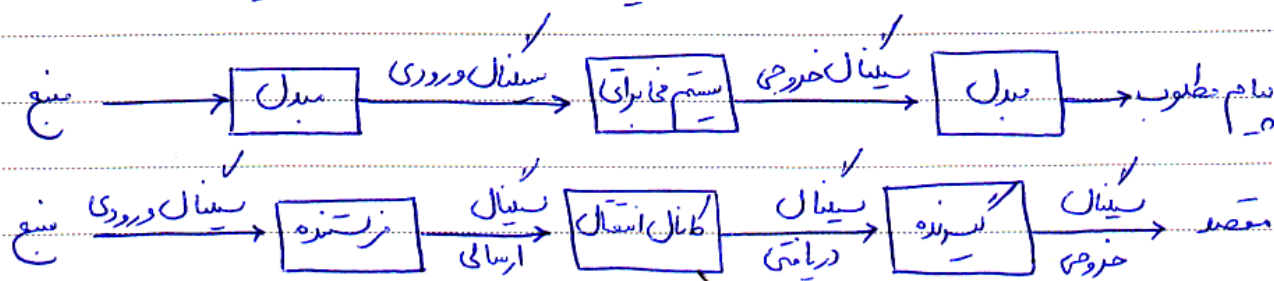
که به صورت یک عدد یا نماد است که بهترین ویژگی آن نسبت به بودن است.

سیگنال : اغلب پیام تولید شده توسط منابع کسبی غیر الکتریکی است، لذا در ورودی و خروجی سیستم‌های فایبرای از ...

بدل‌ها استفاده می‌شود. این مدل‌ها در ورودی پیام را به سیگنال الکتریکی (ولتاژ یا جریان) و در خروجی سیگنال ...

الکتریکی را به پیام مطلوب تبدیل می‌کنند.

مدل: مثل سیکرو نور، لیزر، سنسورها (فتو ترانزیستور، فتودیود، سنسورهای گرمایی)



آفات نامطلوب در سیگنال دریافتی: نویز، تداخل، اعوجاج، تضعیف

کار فرستنده: سیگنال ورودی را به گونه ای پردازش می کند که سیگنالی متناسب با مشخصات کانال فراهم آورد.

محول پردازش شامل تقویت، مدولاسیون و کدینگ می شود.

کانال انتقال: محلی است که در آن سیگنال منبع و مقصد است و ممکن است یک زوج سیم، کابل هم محور

فضا و غیره باشد.

گیرنده: هر کانال مقداری تضعیف دارد (تلفات) به با افزایش فاصله بیشتر می شود. سیگنال خروجی کانال را دریافت

کرده و سیگنال مناسبی را برای مدل خروجی فراهم می کند. در گیرنده به تقه های حیران سازی اثر تضعیف عمل تقویت صورت

می گیرد. همچنین سیگنال نویز و مدولاسیون و کدینگ نیز انجام می شود.

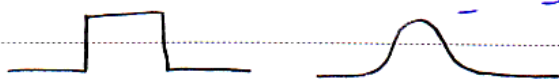
اثرات نامطلوب کانال:

تضعیف: سطح سیگنال کمتر می شود به طوری که سیگنال ها ضعیف تر می شود.

نویز: شکل موج تغییر نمی‌دهد بلکه توان آن تغییر می‌دهد.

اعوجاج: تغییر شکل موج سیگنال است که در اثر پاسخ نامناسب سیستم به سیگنال مطلوب ایجاد می‌شود.

برای جبران سازی اعوجاج از نوع خاصی از فیلترها به نام اول لاینر (تعديل کننده) استفاده می‌شود.



تداخل:

در این مورد سیگنال‌های اخوانی (یا منبع استانی) به سیگنال اصلی صورت می‌گیرد. در تداخل، نویز به صورت

چند سیگنال را به هم دریافت می‌کند. چنانچه سیگنال‌های تداخلی در محدوده‌ی فرکانسی و مدولاسیون غیر از محدوده‌ی سیگنال

اصلی باشند با فیلتر کردن می‌توان آن را کاهش داد.

نویز: سیگنال‌های اختربی، تصادفی و غیر قابل پیش‌بینی هستند که روی سیگنال‌های اطلاعات سوار شده

و یا هم‌اکنون در آزادی جواب می‌دهند و یا از بین می‌روند. با فیلتر کردن می‌توان آن‌ها را نویز را کاهش داد.

انواع سیستم‌های مخابراتی از نظر ارسال و دریافت اطلاعات:

(۱) سیستم‌های یک‌طرفه (simplex) (Sx): (راديو، تلویزیون)، یک طرف فقط فرستنده و طرف

دیگر فقط گیرنده است.

(۲) سیستم‌های دو طرفه کامل (full duplex) (FDX): سیستمی که هر دو طرف هم‌زمان می‌توانند

گفتگو کنند و به‌طور هم‌زمان ارسال و دریافت انجام می‌دهند. مثل تلفن و اینترنت.

(۳) سیستم‌های نیمه دوطرفه (Half duplex) (HDX) : در دو طرف همزمان هم پهنای باند و هم سرعت کم است.

غیرهمزمان یعنی در هر لحظه یا فرستنده یا گیرنده می‌تواند ارسال کند.

* در انتقال اطلاعات به صورت آنالیز، دو موردی اساسی وجود دارد :

(۱) پهنای باند : هر چه تغییرات سیگنال نسبت به زمان بیشتر باشد سیگنال و طیفش پهنای باند بیشتری را شامل می‌شود.

و در نتیجه محدوده فرکانسی آن گسترده‌تر خواهد بود و به عبارت دیگر پهنای باند سیگنال بیشتر خواهد بود.

منظور از پهنای باند سیستم : گستره فرکانسی است که در آن سیستم می‌تواند تغییرات سیگنال را دنبال کند. چون طیفی

سیستم‌ها آنالیز می‌شوند عناصر ذخیره‌شده آنالیز می‌شوند (مثل حافظه و...) و آنالیز ذخیره شده نمی‌تواند

تغییرات ناگهانی داشته باشد لذا هر سیستم برای داشتن پهنای باند محدودی است که باعث محدود شدن پهنای باند

سیگنال می‌شود و چنانچه پهنای باند سیستم کافی نباشد، سیگنال دچار اعوجاج می‌شود.

(۲) نویز : در هر زمانی که ما برای انتقال و دریافت اطلاعات نیاز داریم، نویز هم وجود دارد و نویز هم در فرکانس آن

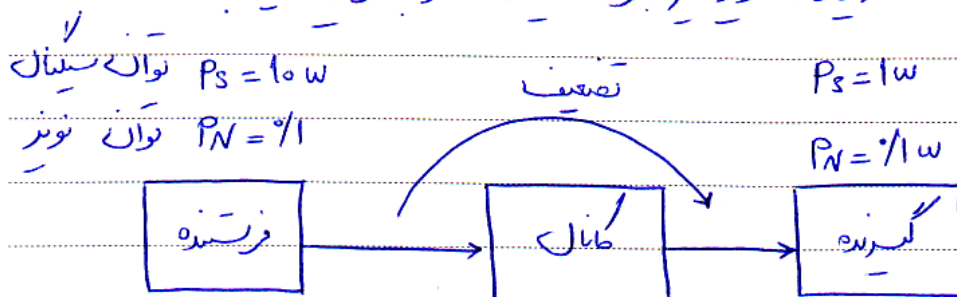
جریان‌ها و ولتاژهای به نام نویز جاری تولید می‌شود.

نسبت سیگنال به نویز را چسب نسبت توان آن‌ها می‌نامیم و با SNR یا (S/N) نمایش می‌دهیم.

معمولاً توان نویز برای ما کم است و لذا SNR عدد بزرگی می‌شود. در حالت ایده‌آل به صورت یک تصفیه در

کانال انتقال توان سیگنال دریافتی به بار طغش یافته و به خود نویز می‌رسد. لذا SNR عددی کوچک شده

و تقویت سیگنال نیز می‌باشد. است زیرا توان نویز نیز به همراه سیگنال مطلوب افزایش می‌یابد.



$$SNR = 100 \quad SNR = \frac{P_S \text{ توان سیگنال}}{P_N \text{ توان نویز}} \quad SNR = 10$$

جلسه دوم
فصل دوم: انتقال سیگنال

اعوجاج سیگنال در انتقال: سیگنال در کیفیت بداند یا تقویت و تضعیف شود اعوجاج پیدا نکرده

انتقال بدون اعوجاج: انتقالی است که در آن سیگنال خروجی همان شکل سیگنال ورودی را داشته باشد.

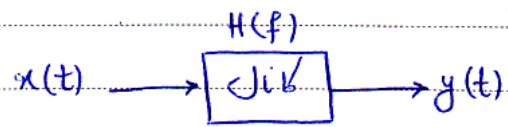
هم بیان دقیق برای سیگنال ورودی $x(t)$ خروجی در صورتی بدون اعوجاج خواهد بود که تفاوت آن با سیگنال ورودی

تفاوت در یک ضریب ثابت (مثلاً K) و یک تاخیر زمانی معین (t_d) باشد.

$K < 1 \rightarrow$ تضعیف

$K > 1 \rightarrow$ تقویت

به عبارت دیگر:



که در آن K و t_d مقادیر ثابت هستند. بدون اعوجاج $y(t) = K x(t - t_d)$

برای انتقال بدون اعوجاج در حوزه فرکانس داریم: (بدون نویز)

$$Y(f) = K e^{-j\omega t_d} X(f)$$

P4PCO $(\omega = 2\pi f)$

$$H(f) = \frac{Y(f)}{X(f)} = k e^{-j\omega t_d}$$

$$= k e^{-j2\pi f t_d}$$

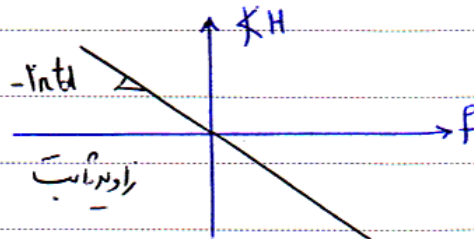
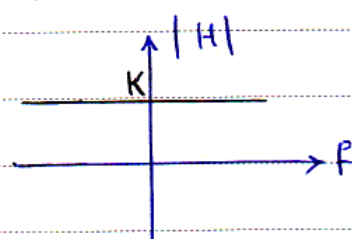
چنانچه تابع تبدیل سیم انتقال را با $H(f)$ نمایش دهیم داریم:

گاهی می توانند در اعوجاج باشد به تابع تبدیل آن به صورت زیر باشد ←

$$|H(f)| = k$$

$$\angle H(f) = -2\pi f t_d$$

$$r = \text{اندازه} \rightarrow r e^{j\theta}$$



یک خط با شیب $-2\pi f t_d$

$$y = -2x \rightarrow \text{یک خط با شیب } -2$$

مشاهده می شود که نهایت این سیم به نهایت است (چون تمام دیتاها را عبور می دهد) به دلیل همین چیزی

امکان پذیر نیست و لذا همواره تعدادی اعوجاج در سیم ایجاد می شود.

به طور کلی انواع اعوجاج ممکن است رخ دهد: ۱- اعوجاج خطی ۲- اعوجاج غیر خطی

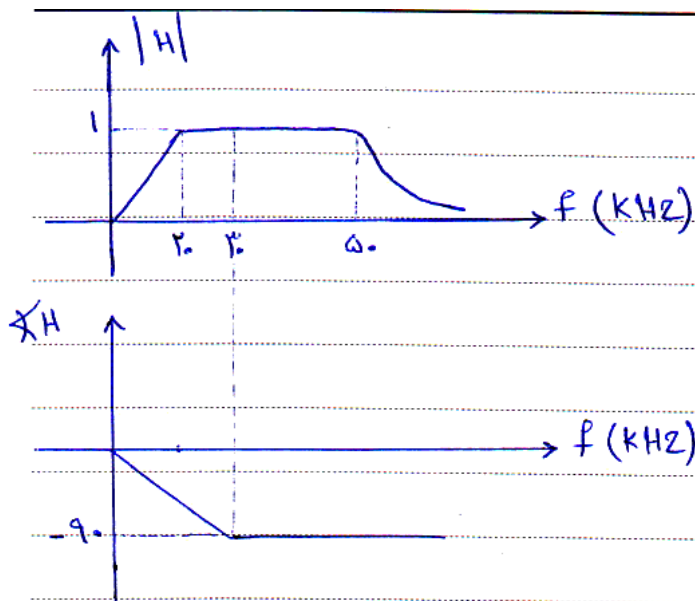
۱- اعوجاج خطی: خود به خود سیم اعوجاج دامنه ای و اعوجاج تأخیری تقسیم می شود.

الف) اعوجاج دامنه ای: در صورتی ایجاد می شود که $|H(f)| \neq k$ مخالف k (یک مقدار ثابت) باشد.

ب) اعوجاج تأخیری: در صورتی ایجاد می شود که $\angle H(f) \neq -2\pi f t_d$ باشد. خطی که از مبدأ می گذرد نباید.

۲- سیم غیر خطی: در صورتی ایجاد می شود که سیم شامل عناصر غیر خطی باشد.

مثال: چنانچه پاسخ فرکانسی یک سیم اعوجاج به صورت زیر باشد داریم:



اسم: $f < 20 \text{ KHz} \rightarrow$ اعوجاج دایندای $\rightarrow$ ضربه میزند و فرکانس ۲۰ را دارد. ضربه میزند یعنی فرکانس های بالا را بیشتر عبور می دهد.

$20^k < f < 30^k \rightarrow$ بدون اعوجاج

$30^k < f < 50^k \rightarrow$ اعوجاج تأخیری

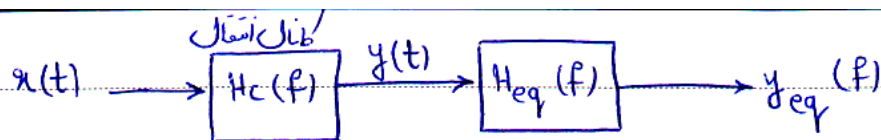
$f > 50^k \rightarrow$ اعوجاج خطی است. $\Rightarrow$ هم اعوجاج دایندای هم تأخیری

مشاهده می شود که بهترین محدوده ارسال سیگنال از حقوق این سیگنال $20^k < f < 30^k$ است.

نکته: $30^k < f < 50^k$ لوس انسان به اعوجاج تأخیری حساس نیست، بنابراین می توان سیگنال های صوتی را در محدوده ای

هم ارسال کرد. $\rightarrow$ تغییر نشده با اولاندر: مساله ای اعوجاج (خطی) با استفاده از شبکه های تغییر قابل حل است.

در شکل زیر یک تغییر شده با تابع تبدیل $H_{eq}(f)$ با طیف انتقال دارای اعوجاج $H_C(f)$ سری شده است.



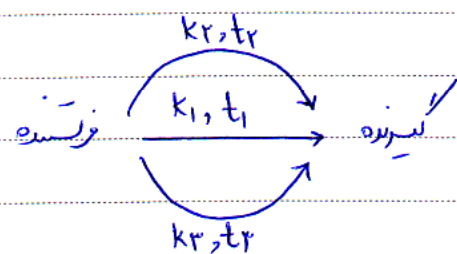
تابع تبدیل کل سیستم $H(f) = H_c(f) H_{eq}(f)$

خروجی نهایی در صورتی تبدیل اعوجاج خواهد بود (در صورتی اعوجاج جریان سازگی می شود) ؟

$$H(f) = k e^{-j\omega t_d}$$

$$\Rightarrow H_c(f) H_{eq}(f) = k e^{-j\omega t_d} \Rightarrow H_{eq}(f) = \frac{k e^{-j\omega t_d}}{H_c(f)}$$

مثال) اعوجاج چند مسیر: در سیستم های رادیویی، ماهواره و غیره وجود دو یا چند مسیر از منبع فرستنده و گیرنده اعوجاج چند مسیر



ایجاد می شود که عملاً به صورت آلو (پرتاب) مشاهده می شود.

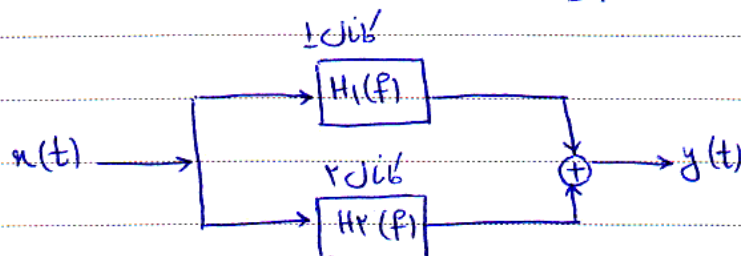
رضایتم اعوجاج آموخته باشد

$$y(t) = k_1 x(t - t_1) + k_r x(t - t_r)$$

$$t_r > t_1$$

$$k_r < k_1$$

چون تضعیف نسبی برای تاخیر حاصل می شود. ضعیف تر



$$H_1(f) = k_1 e^{-j\omega t_1}, \quad H_2(f) = k_r e^{-j\omega t_r}$$

پادآوری: تابع تبدیل در سیستم نواری از مجموع دو تابع تبدیل حاصل می شود.

تجزیه به جزیب $\Rightarrow H_c(f) = H_1(f) + H_r(f) = k_1 e^{-j\omega t_1} + k_r e^{-j\omega t_r}$

$\Rightarrow H_c(f) = k_1 e^{-j\omega t_1} \left(1 + \frac{k_r}{k_1} e^{-j\omega(t_r - t_1)} \right)$

$\Rightarrow H_c(f) = k_1 e^{-j\omega t_1} (1 + K e^{-j\omega t_0})$

$H_{eq}(f) = \frac{k e^{-j\omega t_d}}{H_c(f)} = \frac{k e^{-j\omega t_d}}{(1 + K e^{-j\omega t_0}) k_1 e^{-j\omega t_1}}$ که t_d مقدار دلتا خواهد بود.

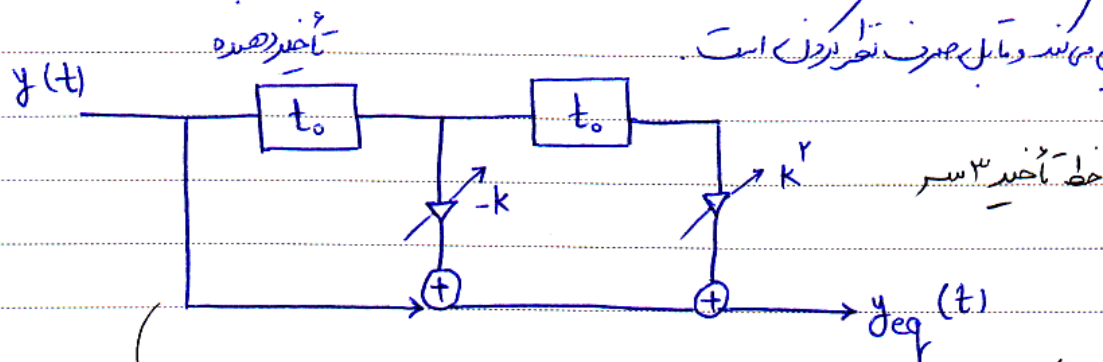
با فرض $t_1 = t_d$, $K = k_1$:
 $H_{eq}(f) = \frac{1}{1 + K e^{-j\omega t_0}} = (1 + K e^{-j\omega t_0})^{-1}$

توسعه در سری $(a+b)^n = a^n + n a^{n-1} b + \frac{n(n-1)}{2!} a^{n-2} b^2 + \dots$

$H_{eq}(f) = 1 - K e^{-j\omega t_0} + K^2 e^{-2j\omega t_0} - \dots$ ~~صورت نظر~~

برای $n \geq 2$: K^n برای n های فرد $K = \frac{k_r}{k_1}$ و برای n های زوج $K = \frac{k_r}{k_1}$

$(n \geq 2)$ به صورت زیر می‌تواند قابل تغییر است.



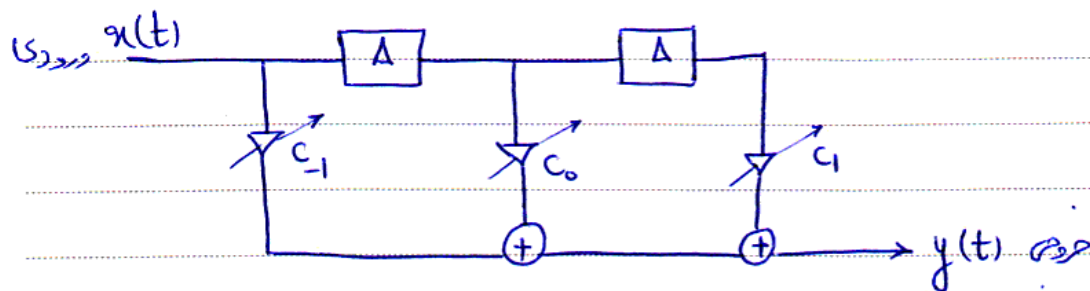
تغییرهای عرضی (اولانیرهای طاری) خطاً خنثی می‌شود :

$y_{eq}(t) = 1 \cdot x(t) - k x(t - t_0) + k^2 x(t - 2t_0)$

P4PCO

$Y_{eq}(f) = X(f) - k e^{-j\omega t_0} X(f) + k^2 e^{-j\omega 2t_0} X(f) \Rightarrow H_{eq}(f) = \frac{Y_{eq}(f)}{X(f)}$

برای مدل‌سازی دارای خط‌آخر به سر دایم: (نظریه عرضی دارای ۲ خط‌آخر به سر دایم ۲ خط‌آخر)



$$y(t) = c_{-1}x(t) + c_0x(t - \Delta) + c_1x(t - 2\Delta)$$

$$Y(f) = c_{-1}X(f) + c_0X(f)e^{-j\omega\Delta} + c_1X(f)e^{-j\omega 2\Delta}$$

$$H_{eq} = \frac{Y(f)}{X(f)} = c_{-1} + c_0e^{-j\omega\Delta} + c_1e^{-j\omega 2\Delta} = e^{-j\omega\Delta} (c_{-1}e^{j\omega\Delta} + c_0 + c_1e^{-j\omega\Delta})$$

در صورت تعداد خط‌آخر ۲M باشد (۲M+۱ سر دایم، ۲M خط‌آخر) (۲M+۱ سر دایم، ۲M خط‌آخر)

به صورت زیر تعمیم داده می‌شود:

$$H_{eq}(f) = e^{-j\omega M\Delta} \left(\sum_{m=-M}^M c_m e^{-j\omega m\Delta} \right)$$

عبارت داخل پرانتز تبدیل سری فوریه‌ها که با دوره تناوب $\frac{1}{\Delta}$ است.

از عبارت $e^{-j\omega M\Delta}$ می‌توانیم صرف نظر کنیم، زیرا با تعادل یک خط‌آخر در خروجی می‌باشد.

$$H_{eq}(f) = \frac{k e^{-j\omega t_d}}{H_c(f)}$$

* اگر تابع کانال $H_c(f)$ باشد،

چنانچه سمت راست معادله فوق را با سری فوریه $H_c(f)$ که دوره تناوب آن $\frac{1}{\Delta}$ است برابر کنیم، می‌توانیم بیان کنیم که:

$(\frac{1}{\Delta} > \omega)$ تویب نرم و تعداد صدهای هم آن استخض نسیم Δ و M تعین می شوند، بهر وی برهاتر برابر

مطلب سری فوریه هستند.

مثال: تابع تبدیل یک پتانل به صورت $H_c(f) = (1 + 2\alpha \cos \omega T) e^{-j\omega T}$ است. T یک مقدار ثابت است. $H(f) = k e^{-j\omega T}$

الف) نوع اعوجاج استخض نسیم؟
تأخیری: اگر t_d ثابت باشد درصورتیکه این T ثابت است.

ب) خروجی $y(t)$ را حساب کنید $x(t)$ (خروجی) مانده و نشان دهید خروجی شامل درودی و دو الی با تاخیرها

تفاوت است.
ج) یک اولاندر برای جریان سازی اعوجاج این پتانل افرض $\alpha \ll 1$ ظاهر کنید.

د) برای اولاندر ظاهر شده، تابع تبدیل کل برابر است با $\cos \alpha = \frac{e^{j\alpha} + e^{-j\alpha}}{2}$ را حاصل می ده.

الف) اعوجاج دامنه ای دامنه بازتابی تغییر می کند
 $|H_c(f)| = 1 + 2\alpha \cos \omega T$
 $\angle H_c(f) = -\omega T$

$$\frac{Y(f)}{X(f)} = (1 + 2\alpha \cos \omega T) e^{-j\omega T} = (1 + \alpha e^{j\omega T} + \alpha e^{-j\omega T}) e^{-j\omega T} \quad (ب)$$

$$e^{-j\omega T} + \alpha + \alpha e^{-2j\omega T} \Rightarrow Y(f) = e^{-j\omega T} X(f) + \alpha X(f) + \alpha e^{-2j\omega T} X(f)$$

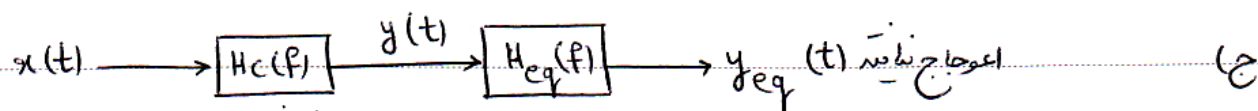
عکس تبدیل فوریه $y(t) = x(t - T) + \alpha x(t) + \alpha x(t - 2T)$

اولی دوم α تعداد $2T$ تاخیر به تاخیر
کمال اصلی تصغیر شد چون $\alpha \ll 1$
اولی اول α تعداد T تاخیر به تاخیر

Year. Month. Date. ()

$$(1+x)^{-1} = 1-x$$

$$x \ll 1$$



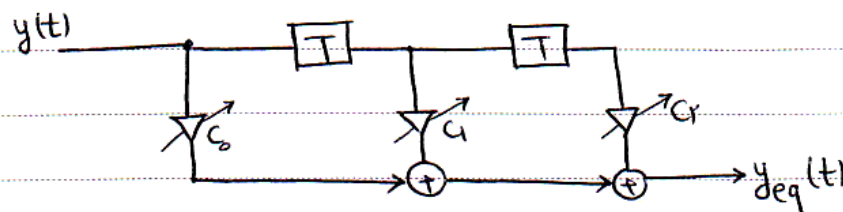
$$H_{eq}(f) = \frac{K e^{-j\omega T_d}}{H_c(f)} \stackrel{k=1}{=} \frac{e^{-j\omega T}}{(1 + \alpha \cos \omega T) e^{-j\omega T}} = e^{-j\omega T} (1 + \alpha \cos \omega T)^{-1}$$

$$e^{-j\omega m T} (1 - \alpha \cos \omega T) = e^{-j\omega m T} (1 - \alpha e^{-j\omega T} - \alpha e^{j\omega T}) \quad m=1 \quad e^{-j\omega T} - \alpha e^{-j2\omega T} - \alpha$$

علی است (در واقعیت می تواند
 تقدم / اخير
 نه تقدم نه اخير (هم با ساندن)
 یعنی نه تقدم طایفه بلکه وجود ندارد پس m را با a استاب می کنیم .
 اگر شغل تقدم ما را از a بگیریم ، m را من در تقابل می بینیم .

* چرخه‌ی e $\rightarrow$ بیانگر تعداد بار است که تا آخر فاز، Δ استقامت غیر علی است. پس باید m را به گونه‌ای $\frac{1}{2} \rightarrow$

انتخاب کنیم حاصل ضرب $e^{-j\omega T}$ در برابر حملات آخر کار داریم



$$C_0 = -\alpha$$

$$C_1 = 1$$

$$C_p = -\alpha$$

$$H_t(f) = H_c(f) H_{eq}(f) = \begin{bmatrix} \alpha + \alpha e^{-j\omega T} & e^{-j\omega T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\alpha + e^{-j\omega T} & -\alpha e^{-j\omega T} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$= e^{-rj\omega T} - \left(\alpha + \alpha e^{-rj\omega T} \right)^r$$

$$\alpha^r \left(\frac{1}{1 - e^{-rj\omega T}} \right)$$

$$\alpha^r \rightarrow 0$$

بنابراین $\lim_{r \rightarrow \infty} \frac{1}{1 - e^{-rj\omega T}} = 0$ است

بنابرین کل رسم مسابقت اخیر، انداز ۲۲ است

1. - تابع سیل / طاقی صورت
 $H_c(f) = e^{-j(\omega T - \alpha \sin \omega T)}$ است.

الف) نوع الحجاج، المستحق له؟

$$x(t)y(t) \xrightarrow{\text{تبدیل ف}} x(f) * y(f)$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

ب) با فرض $|\alpha| \ll \pi$ نشان دهید خروجی شامل یک الیمنت مقدم و یک الیمنت مؤخر است.

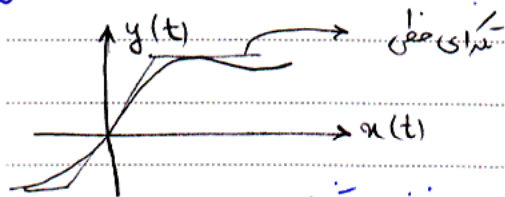
ج) با فرض $\alpha = \pi/2$ یک الیمنت از جهت جریان سازی و خروجی ظاهر نشود.

$$\sin \omega T = \frac{e^{j\omega T} - e^{-j\omega T}}{2j}$$

د) تابع تبدیل کل سیستم را بدست آورید. اضمحلالی.

اعوجاج غیر خطی.

سیستم غیر خطی را می توان با تابع تبدیل نشان کرد ولی معادله خطی (یک درونی و خروجی) را می توان توسط معادله $y(t) = f(x(t))$ نشان داد.



همین روابط ساخت این معادله، مستعدی تبدیل نام دارد.

می توان مستعدی را به صورت یک خط نشان داد و با توسط یک چند جمله ای معادله را می توان نوشت.

$$y(t) = a_1 x(t) + a_2 x^2(t) + a_3 x^3(t) + \dots$$

$$\xrightarrow{\text{تبدیل ف}} Y(f) = a_1 X(f) + a_2 X(f) * X(f) + a_3 X(f) * X(f) * X(f) + \dots$$

در واقع جمله ی دوم به بعد باعث ایجاد اعوجاج می شود.

چنانچه $x(t)$ دارای باند باند محدود W باشد، خروجی تبدیل خطی نیز فقط در $|f| < W$ دارای

مولفه های فرکانسی است. ولی در تبدیل غیر خطی، خروجی شامل $x(f) * x(f)$ باند باند $2W$ و

$x(f) * x(f) * x(f)$ باند باند $3W$ خواهد بود. لذا در خروجی سیستم های غیر خطی، فرکانس های جدید ظاهر می شود.

$$\begin{aligned} \cos (m f_c t) &\xrightarrow{f} \frac{1}{2} [\delta(f-f_c) + \delta(f+f_c)] \\ \sin (m f_c t) &\xrightarrow{f} \frac{j}{2} [\delta(f-f_c) - \delta(f+f_c)] \end{aligned}$$

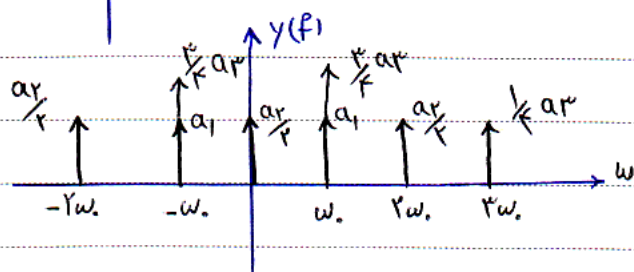
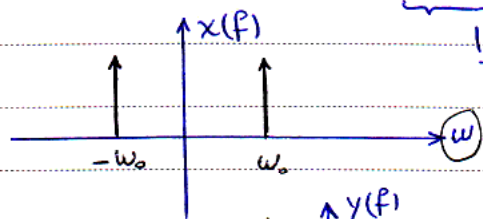
درودی نبوده اند از طرف دیگر جمله $x(f) * x(f)$ دارای مولفه‌های w $\langle f |$ است که با $x(f)$

۵ حجم یونانی دارد و حتی اگر یونانی فیلتر نباشد مولفه های اضافی است و $|p| > w$ را حذف کرد، روس مناسبی جهت حذف

$$\begin{cases} \cos^P u = \frac{1 + \cos^P u}{2} \\ \cos^P u = \frac{P}{P} \cos u + \frac{1}{P} \cos^P u \end{cases}$$

۲. استای به عنوان مثال: اگر $x(t) = \cos \omega_c t$ ، این عنوان ورودی به سیستم خطی اعمال می شود.

$$y(t) = a_1 \cos \omega_1 t + a_2 \underbrace{\cos \omega_1 t}_{\frac{1 + \cos \omega_1 t}{2}} + a_2 \underbrace{\cos \omega_1 t}_{\frac{1}{2} \cos \omega_1 t + \frac{1}{2} \cos \omega_1 t}$$



۵۵. فرض کن اس سوال است.

$$y(t) = \left(\frac{a_1}{r} + \frac{r a_1}{\lambda} + \dots \right) + \left(a_1 + \frac{r}{r} a_1 + \dots \right) \cos \omega_1 t +$$

همانگونه که فرکانس اش در این فرکانس اصلی است.

$$\left(\frac{a_2}{2} + \frac{a_f}{4} + \dots \right) \cos \omega_0 t + \dots$$

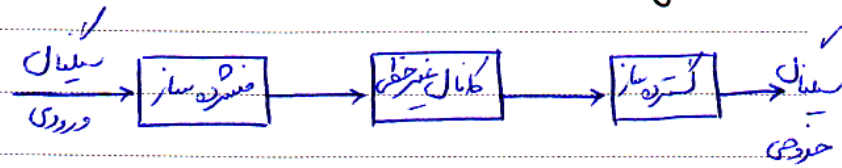
$$\text{میانگین} = \frac{\text{دامنه‌ی همایونی دوم}}{\text{دامنه‌ی همایونی اصلی}} \times 100\% = \frac{\frac{a_2}{r} + \frac{a_3}{r} + \dots}{a_1 + \frac{r}{k} a_2 + \dots}$$

$f_1 - f_r, f_r, f_1$ فرکانسوں کے خارجہ (فرق) $x(t) = \cos \omega_r t \cos \omega_c t$

د فرسائل هر سرور $f_1 - 2f_2$ ، $f_1 + f_2$

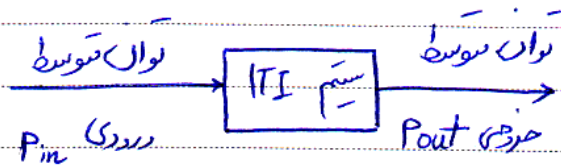
Comanding
Compressing
expanding

Comanding : ^o



یک راه برای حذف نویز از خروجی غیر خطی، برآوردن سیگنال در محدوده خطی سیگنال است. این روش به
ابتدا با استفاده از فشرده سازی در ورودی، سیگنال را کاهش داده و در محدوده خطی کانال قرار می دهیم.
پس از ارسال، در گیرنده با استفاده از گسترده سازی سیگنال را به شکل اولیه خود بر می گردانیم.

تضعیف (اتلاف) در انتقال :



$$g = \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad \text{بره توان}$$

در سیستم های بهره توان بهره توان (یا) و این (یا) بهره است g به صورت dB (در این) نوشته

$$g_{dB} = 10 \log_{10} g \Rightarrow g = 10^{(g_{dB}/10)} \quad \text{سود}$$

نیز استفاده از dB : توان های ۱۰ را به مضارب مانتیل می کنند

$$g = 10^m \Rightarrow g_{dB} = 10 \log_{10} 10^m = 10m \quad \text{مثال}$$

$$* \quad g < 1 \Rightarrow \text{تضعیف} \Rightarrow g_{dB} < 0$$

* همان چیزی که ارسال شده دریافت می شود $g = 1 \Rightarrow g_{dB} = 0$ ، بهره واحد

* تقویت $g > 1 \Rightarrow g_{dB} > 0$

طبیقات خود توان کم و نسبت توان) را می خواهیم حسب dB بیان کنیم، در این صورت آن را بر 1W

$$P_{dBW} = 10 \log_{10} \frac{P}{1W}$$

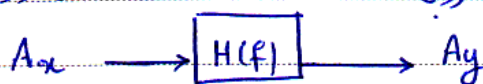
$$P_{dBm} = 10 \log_{10} \frac{P}{1mW}$$

$$P_{out} = g P_{in} \Rightarrow \frac{P_{out}}{1mW} = g \frac{P_{in}}{1mW} \Rightarrow P_{out,dBm} = g_{dB} + P_{in,dBm}$$

فازیت: ضرب و تقسیم به جمع و تفریق تبدیل می شوند

دانش ورودی

دانش خروجی



$$|H(f)| = \frac{A_y}{A_x}$$

$$P_x = \frac{1}{2} A_x^2$$

فرض توان توانی شده به صورت $\frac{V^2}{2}$ داریم:

$$P_y = \frac{1}{2} A_y^2 = \frac{1}{2} A_x^2 |H(f)|^2 = |H(f)|^2 P_x \Rightarrow \frac{P_y}{P_x} = |H(f)|^2 = g$$

$$|H(f)| = K \Rightarrow g = K^2 = \text{const}$$

این به ازای روابط خاص است، بهره توان کم است

$$H(f) = K e^{-j\omega t_d}$$

سیستم خطی است چون تابع تبدیل دارد

اگر $H(f) \neq K e^{-j\omega t_d}$ در این صورت $|H(f)|^2$ تغییرات g را حسب روابط نشان می دهد

$$|H(f)|^2 = K^2 f^2 = g$$

تضعیف: $P_{in} > P_{out}$ پس در خط انتقال تضعیف استفاده می‌کنیم

$$L = \frac{1}{g} = \frac{P_{in}}{P_{out}}$$

$$L_{dB} = -g_{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_{in}}{P_{out}}$$

$$P_{out} = \frac{P_{in}}{L} \Rightarrow P_{out\ dBm} = P_{in\ dBm} - L_{dB}$$

نکته: برای خطوط انتقال، کابل‌های هم‌محور و موج‌برها، توان خروجی بالاتر از توان ورودی با ضرورت مایه کاهش می‌یابد.

$$P_{out} = 10^{-\frac{\alpha d}{10}} P_{in}$$

یک خط انتقال برای انتقال امواج

d : طول مسیر

α : ضریب تضعیف بر حسب dB/km

$$L = \frac{P_{in}}{P_{out}} = 10^{\frac{\alpha d}{10}}$$

$$L_{dB} = 10 \log_{10} L = 10 \log_{10} 10^{\frac{\alpha d}{10}} = 10 \times \frac{\alpha d}{10} = \alpha d \Rightarrow L_{dB} = \alpha d$$

α برای خط‌های انتقال مختلف در یک مکان مختلف متفاوت است.

مثال: فرض کنید طول یک کابل انتقال با ضریب تضعیف $\alpha = 3 \frac{dB}{km}$ برابر $30\ km$ است. در این صورت

$$\begin{cases} \alpha = 3 \frac{dB}{km} \\ d = 30\ km \end{cases} \Rightarrow L_{dB} = \alpha d = 90\ dB \Rightarrow L = 10^{\frac{L_{dB}}{10}} = 10^9$$

پایه:

$$\Rightarrow P_{in} = 10^9 P_{out}$$

$$L_{dB} = 2\alpha d = 180\ dB$$

خطای طول مسیر برابر شود.

$$L = 10^{18} \Rightarrow P_{in} = 10^{18} P_{out}$$

بسیار توان سیگنال ضایع $P_{in} = 1G$ است $P_{out} = 1mw$ خواهد بود

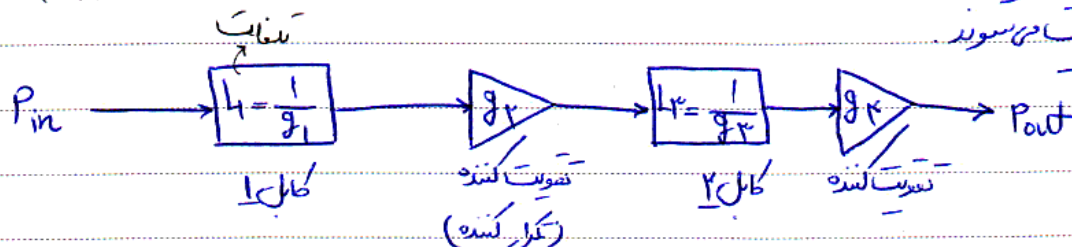
در هنگام تضعیف زیاد برای افزایش توان خروجی به تقویت نیاز داریم. تقویت کننده را باید در طول مسیر از هم جدا کرد

اگر در نوبت عمل تقویت انجام شود سطح توان سیگنال بسیار کاهش یافته و در نوبت بعدی رسیدن آن به سیگنال درستی

100mw

25mw

هم نوبت تقویت می شوند



$$P_{out} = g_1 g_2 g_3 g_4 P_{in} = \frac{g_1 g_2}{L_1 L_2} P_{in}$$

$$P_{out\text{ dBm}} = g_{1\text{ dB}} + g_{2\text{ dB}} - L_{1\text{ dB}} - L_{2\text{ dB}} + P_{in\text{ dBm}}$$

مثال ۲) یک سیستم برای تضعیف با طول ۲۰۰۰ km از م قطع کابل بین ا ضعیف تضعیف $\alpha = 0.4 \text{ dB/km}$

در م تقویت کننده ی کابل سیگنال شده است. m را طوری باید که $P_{out} = P_{in} = 100 \text{ mw}$ شود توان خروجی

هر تقویت کننده حاصل ۲۵mw است (حالت m خفیف است) ابتدا در حساب می کنیم

چون توان تقویت کننده ها را برای m به دست آمده حساب کنید

فصل سوم: مدولاسیون حقیقی

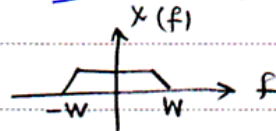
مدولاسیون: فرایندی است که در آن یک سیگنال با این فرکانس کمتری و یک سیگنال دیگر با این فرکانس بیشتر، در یک سیگنال دیگر ترکیب می‌شود. سیگنال

با این فرکانس سیگنال است که نصف آن فقط در محدوده‌ی فرکانس‌های این سیگنال قرار دارد. به عنوان مثال مدولاسیون

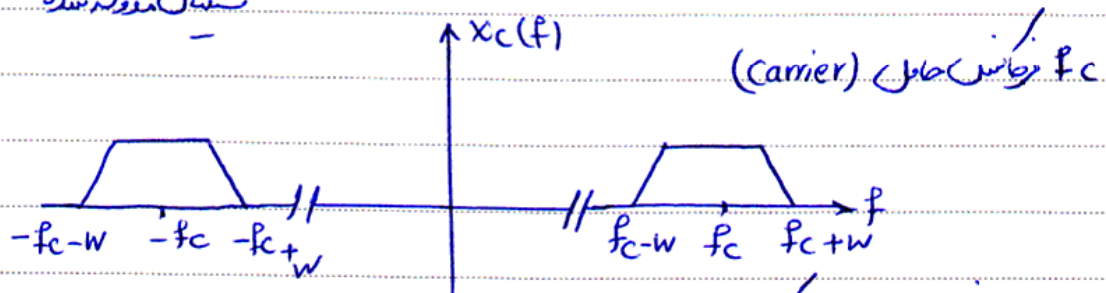
در مدولاسیون می‌تواند

حذف از مدولاسیون ایجاد سیگنال مطابق ویژگی‌های سیگنال است.

$x(t)$: سیگنال پیام $\Rightarrow$ سیگنال با این فرکانس



$x_c(t)$: سیگنال مدوله شده



در مدولاسیون علاوه بر سیگنال پیام،

یک سیگنال دیگر به نام موج حامل نیز داریم. در واقع در مدولاسیون، یک موج حامل، مناسب با سیگنال پیام

تفسیر کنند

فرایندی مدولاسیون

(۱) انتقال پهنای باند: با استفاده از ویژگی‌های جابجایی فرکانسی در مدولاسیون می‌توان اطلاعات را بر موج حاملی سوار کرد.

فرکانس آن بستن کننده (تسترین کمات) را داشته باشد.

مثلاً در استر اوج رادیویی، طول آنتن باید حدود $\frac{1}{4}$ طول موج سیگنال باشد چنانچه برای سیمی بهای باند

$$f = 100 \text{ MHz} \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{10^8} = 3 \times 10^0 \text{ m} = 3000 \text{ Km}$$

$$\text{طول آنتن} = \frac{1}{4} \times 3000 \text{ Km} = 750 \text{ Km}$$

از همین سیم بدو لایه سیم انجام شود (فرکانس حامل 100 MHz باشد).

$$f = 100 \text{ MHz}$$

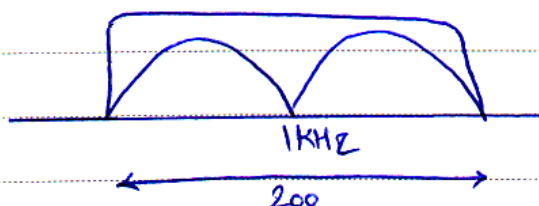
$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{10^8} = 3 \text{ m} \Rightarrow \text{طول آنتن} = 75 \text{ cm}$$

۱۲) رفع محدودیت حالت سخت انرژی و سخت در تسترین به اغلب تحت افزارها به فرکانس کار آن حاکم دارد.

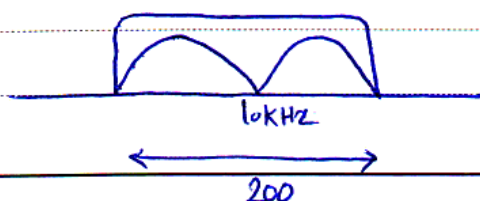
با استفاده از بدو لایه سیم، فرکانس سیگنال را در محدوده ای قرار می دهیم به محدودیت حالت انرژی انرژی برود.

به عنوان مثال برای فیلترها، چنانچه بهای باند سیمی در محدوده 1 تا 10 نانده داریم، به سیمی و غیره های سخت انرژی

$$\text{بهای باند سیمی} = \frac{B}{f} = \frac{\text{بهای باند}}{\text{فرکانس انرژی}}$$



$$\text{بهای باند سیمی} = \frac{200}{1K} = 0.2\% \sim 2\%$$



$$\text{بهای باند سیمی} = \frac{200}{10K} = 2\%$$

P4PCO

۳) کاهش نویز، بدخل و خروجی، و نیز برخی از روش‌های مدل‌سازی نویز و بدخل است. به عنوان مثال

نویز متعارف هیچ اثری بر سیگنال مدوله‌شده FM ندارد. همچنین با این صفحات ما می‌توانیم در توان‌های

مختلف میزان توان حاصل را به گونه‌ای انتخاب کرد که در خروجی ما داشته باشیم.

۴) تخصیص توان: با اختصاص توان‌های حامل متفاوت به فرستنده، می‌توانیم حدساز سیگنال

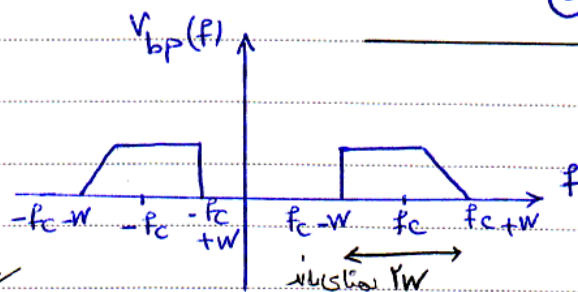
مورد نظر بودن یک سیگنال را در نظر بگیریم.

۵) امکان دسترسی چندگانه به کانال (Multiplexing): با تقسیم چندین توانی برای سیگنال‌های مختلف

می‌توانیم چند سیگنال را به یک خط انتقال ارسال کرد.

۶) ایجاد امنیت در خروجی ما: ارسال ما با تغییرات سریع فرکانس حامل

سیگنال‌های ما را تغییر می‌دهد.



$$v_{bp}(f) = \begin{cases} 0 & |f| > f_c + w \quad \text{یا} \quad |f| < f_c - w \\ \neq 0 & f_c - w < |f| < f_c + w \end{cases}$$

نمونه‌های سیگنال ما را در خروجی توانی

$$v_{bp}(t) = A(t) \cos(\omega_c t + \phi(t))$$

نمونه‌های سیگنال ما را در خروجی زمان

۱۲

$$V_{bp}(t) = V_i(t) \cos \omega_c t - V_q(t) \sin \omega_c t$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

 $\phi(t)$ فاز سیگنال

 $A(t)$ پهنای سیگنال (دامنه) سیگنال

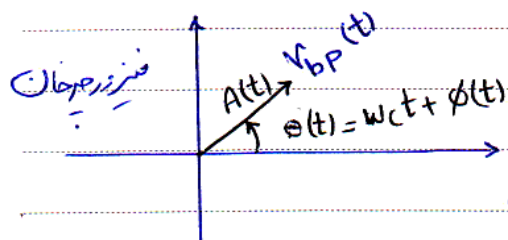
 f_c فرکانس حامل

 $\omega = 2\pi f_c$ فرکانس زاویه‌ای سیگنال

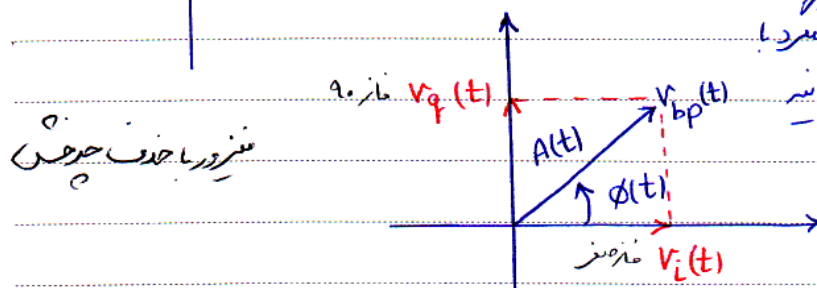
$$\text{فرکانس لحظه‌ای} = \frac{1}{2\pi} \frac{d\theta(t)}{dt} = \frac{1}{2\pi} \frac{d(\omega_c t + \phi(t))}{dt} = \frac{1}{2\pi} \left(\omega_c + \frac{d\phi(t)}{dt} \right)$$

$$= f_c + \frac{1}{2\pi} \phi'(t) \quad \text{فرکانس پهنای سیگنال} \quad A(t) \gg 0$$

مقادیر منفی دامنه با افزودن ± 11 به فاز اعمال می‌شود



نمایی برداری (منبردی) سیگنال



$\omega_c t$ و $\phi(t)$ درجه‌ای
سرعت f_c در دامنه

$$V_i(t) = A(t) \cos \phi(t) \quad \text{مولفه هم‌فاز}$$

$$A(t) = \sqrt{V_i^2(t) + V_q^2(t)}$$

$$V_q(t) = A(t) \sin \phi(t) \quad \text{مولفه برعکس}$$

$$\phi(t) = \tan^{-1} \frac{V_q(t)}{V_i(t)}$$

$$V_{bp}(t) = A(t) \cos(\omega_c t + \phi(t)) =$$

از فرض دیسکریٹ

$$A(t) \left[\cos \omega_c t \cos \phi(t) - \sin \omega_c t \sin \phi(t) \right] =$$

$$V_i(t) \cos \omega_c t - V_q(t) \sin \omega_c t = V_i(t) \cos \omega_c t + V_q(t) \cos(\omega_c t + 90^\circ)$$

P4PCO

فاز منفی

فاز ۹۰

هم‌فاز

صفر

نکته ۱) توصیف سیگنال بر اساس مولفه های هم فاز و رقیب جهت تغییر سیگنال در حوزه فرکانس می باشد.

$$\begin{cases} \cos \omega_c t \xrightarrow{f} \frac{1}{2} [\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c)] \\ \sin \omega_c t \xrightarrow{f} \frac{j}{2} [\delta(f + f_c) - \delta(f - f_c)] \end{cases}$$

یادآوری:

$$v_i(t) \cos \omega_c t \xleftarrow{f} \frac{1}{2} v_i(f) * (\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c))$$

$$= \frac{1}{2} v_i(f - f_c) + \frac{1}{2} v_i(f + f_c)$$

$$v_q(t) \sin \omega_c t \xleftarrow{f} \frac{j}{2} v_q(f - f_c) - \frac{j}{2} v_q(f + f_c)$$

$$v_i(t) \xleftarrow{f} v_i(f) \quad v_q(t) \xleftarrow{f} v_q(f)$$

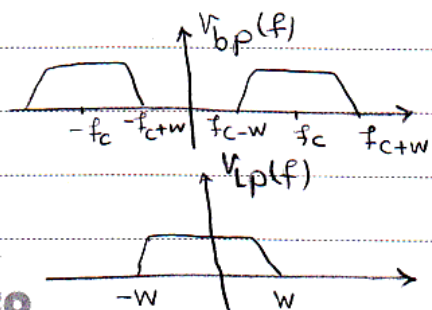
تبدیل فوریه عبارت آخر می باشد

$$v_{bp}(f) = \frac{1}{2} v_i(f - f_c) + \frac{1}{2} v_i(f + f_c) + \frac{j}{2} v_q(f + f_c) - \frac{j}{2} v_q(f - f_c)$$

نکته ۲) توابع هم فاز و رقیب (v_q و v_i) سیگنال های اینترمدیوم هستند یعنی برای |f| > W :

$$|f| > W : v_i(f) = v_q(f) = 0$$

بنابراین v_{bp}(f) از توصیف اینترمدیوم v_i(f) و v_q(f) تشکیل شده است که انتقال یافته اند (مانند



شکل) و v_q(f) به اندازه ۹۰° تغییر یافته است.

طیف هم فاز این نزدیک سیگنال می باشد:

$$u(f) = \begin{cases} 0 & f < f_c \\ 1 & f > f_c \end{cases}$$

$$u(f - f_c) = \begin{cases} 0 & f < f_c \\ 1 & f > f_c \end{cases}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

low pass

$$V_{lp}(f) = \frac{1}{2} (V_i(f) + j V_q(f)) = V_{bp}(f + f_c) u(f + f_c)$$

به عبارت دیگر $V_{lp}(f)$ همان $V_{bp}(f)$ است به جوری که منطبق با سلف است.

$$V_{lp}(t) = \frac{1}{2} \underbrace{V_i(t)}_{A(t) \cos \phi(t)} + \frac{j}{2} \underbrace{V_q(t)}_{A(t) \sin \phi(t)} = \frac{1}{2} A(t) e^{j\phi(t)}$$

$$V_{bp}(t) = \text{Re} \left\{ A(t) e^{j\phi(t)} e^{j\omega_c t} \right\}$$

تبدیل مایس به ندر به همال کننده (حوزه فرکانس)

$$= 2 \text{Re} \left\{ \frac{1}{2} A(t) e^{j\phi(t)} e^{j\omega_c t} \right\} = 2 \text{Re} \left\{ V_{lp}(t) e^{j\omega_c t} \right\}$$

$$V_{bp}(f) = V_{lp}(f - f_c) + V_{lp}^*(-f - f_c)$$

در حوزه فرکانس

که $V_{lp}(f)$ در زمینه فرکانس حول محور عمودی به دست می آید.

$$V_{bp}(f) = V_{lp}(f - f_c) + V_{lp}^*(-f - f_c)$$

$$V_{lp}(t) = \frac{1}{2} A(t) e^{j\phi(t)}$$

$$V_{bp}(t) = 2 \text{Re} \left\{ V_{lp}(t) e^{j\omega_c t} \right\}$$

مدولاسیون آنالوگ
حقیقی
زاویه ای

$$x_1 \rightarrow \boxed{\text{مدولاسیون}} \rightarrow y_1$$

$$x_2 \rightarrow \boxed{\text{مدولاسیون}} \rightarrow y_2$$

$$\alpha x_1 + \beta x_2 \rightarrow \boxed{\text{مدولاسیون}} \rightarrow \alpha y_1 + \beta y_2$$

AM (مدولاسیون دامنه جبری)

DSB (مدولاسیون دوگانه باندی بدون حامل)

SSB (مدولاسیون تک باند باندی)

VSB (مدولاسیون تک باند باندی عرضی)

مدولاسیون حقیقی

در سایه سار اندیشه ، بی هیچ چشم داشت زمینی

عهد بسته ایم آسمانی شویم .

در این محفل علمی با ما همراه باشید .

زمان : همین حالا تا همیشه

مکان : تارنمای برق ایران ؛ www.tbi-net.com

رسیده ایم پر از رنج راه تا دریا

خوشا یکی شدن رودها خوشا دریا

نه ما نه من نه تو ، او نقطه سرانجام است

بیا که بی من و تو ما شویم و ما دریا

من و تو چشمه باران ابر او بودیم

از ابتدا دریا بود و انتها دریا