



دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

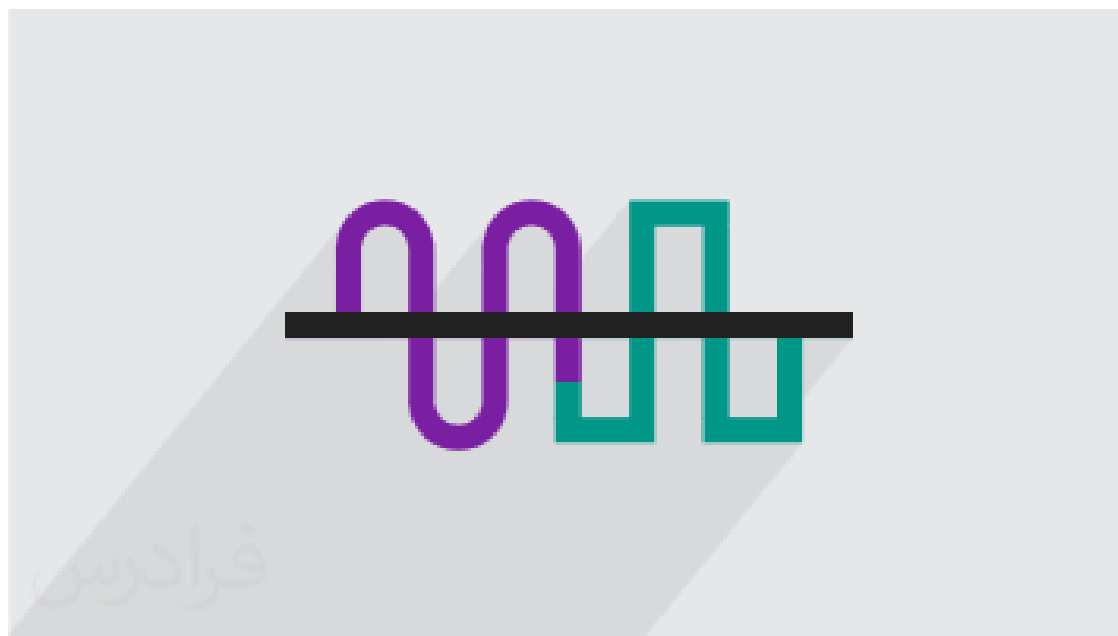
Computer Networks

شبکه های کامپیوتری

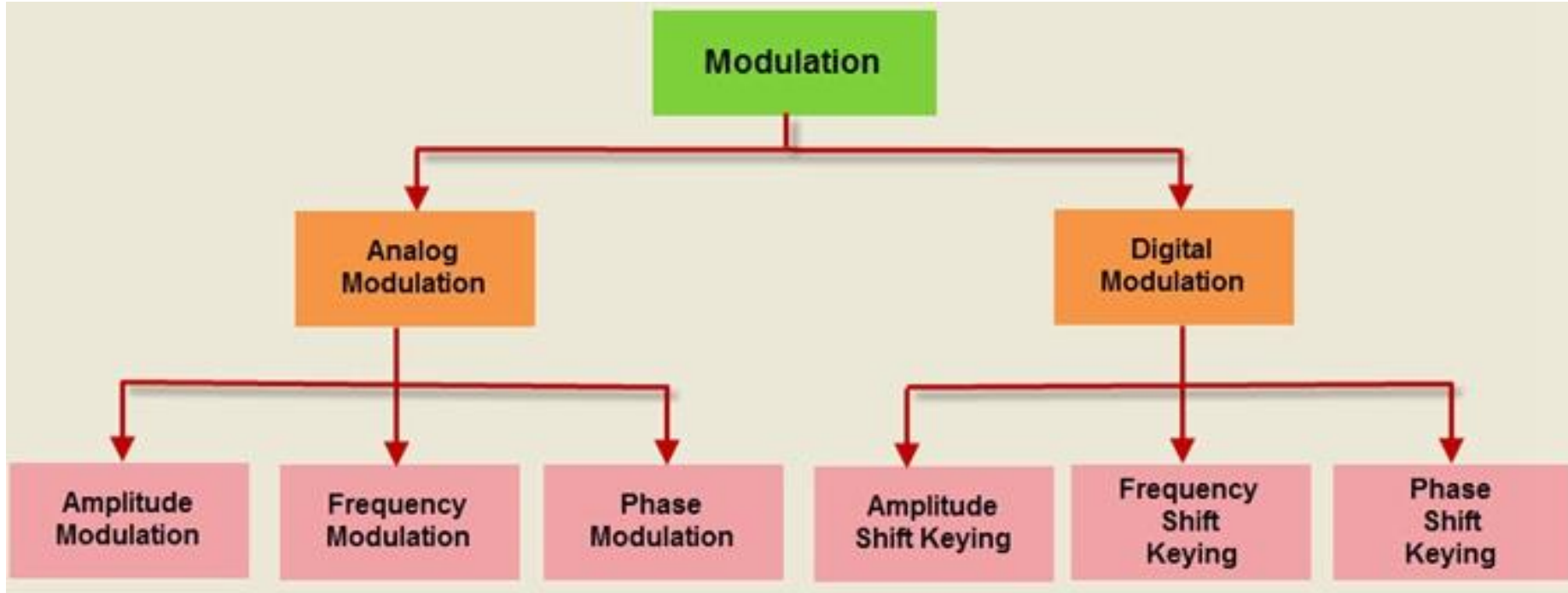
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
دانشکده فناوری اطلاعات و مهندسی کامپیوتر
دکتر محسن حیدریان

اسلایدهای درس شبکه های کامپیوتری
مدولاسیون دیجیتال
گرایش علوم کامپیوتر و مهندسی کامپیوتر
ترم اول ۱۴۰۳

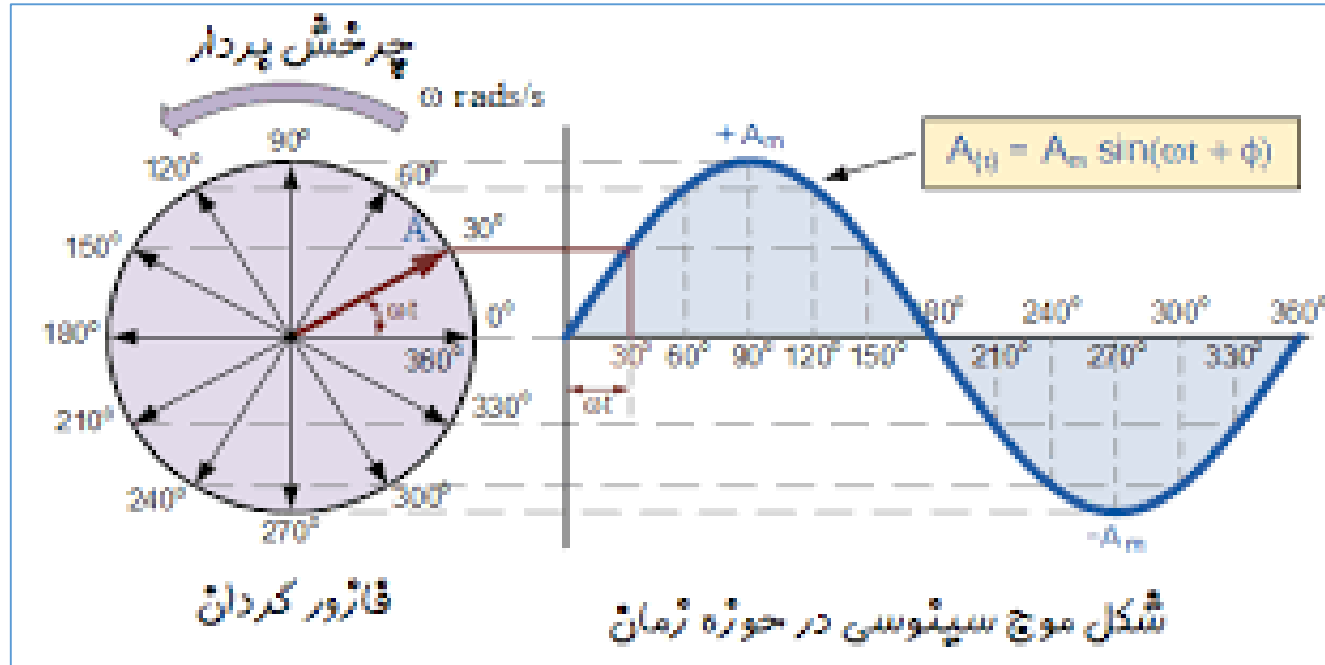
مدولاسیون دیجیتال



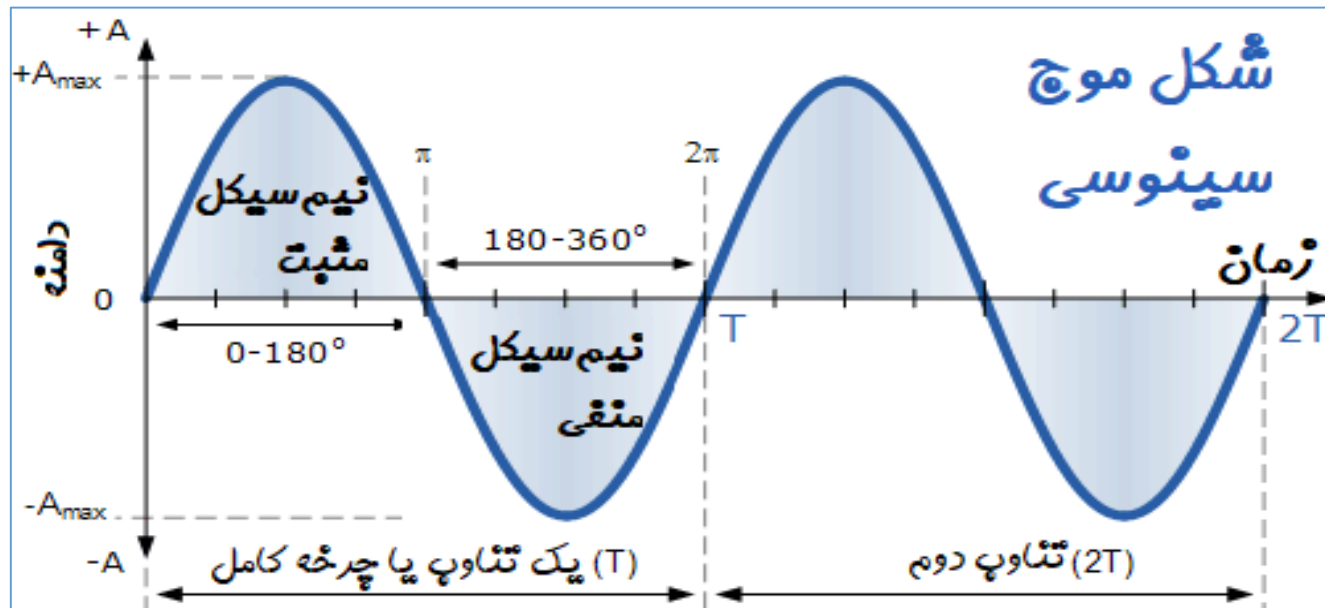
انواع مدولاسیون دیجیتال



نحوه تولید سیگنال آنالوگ سینوسی



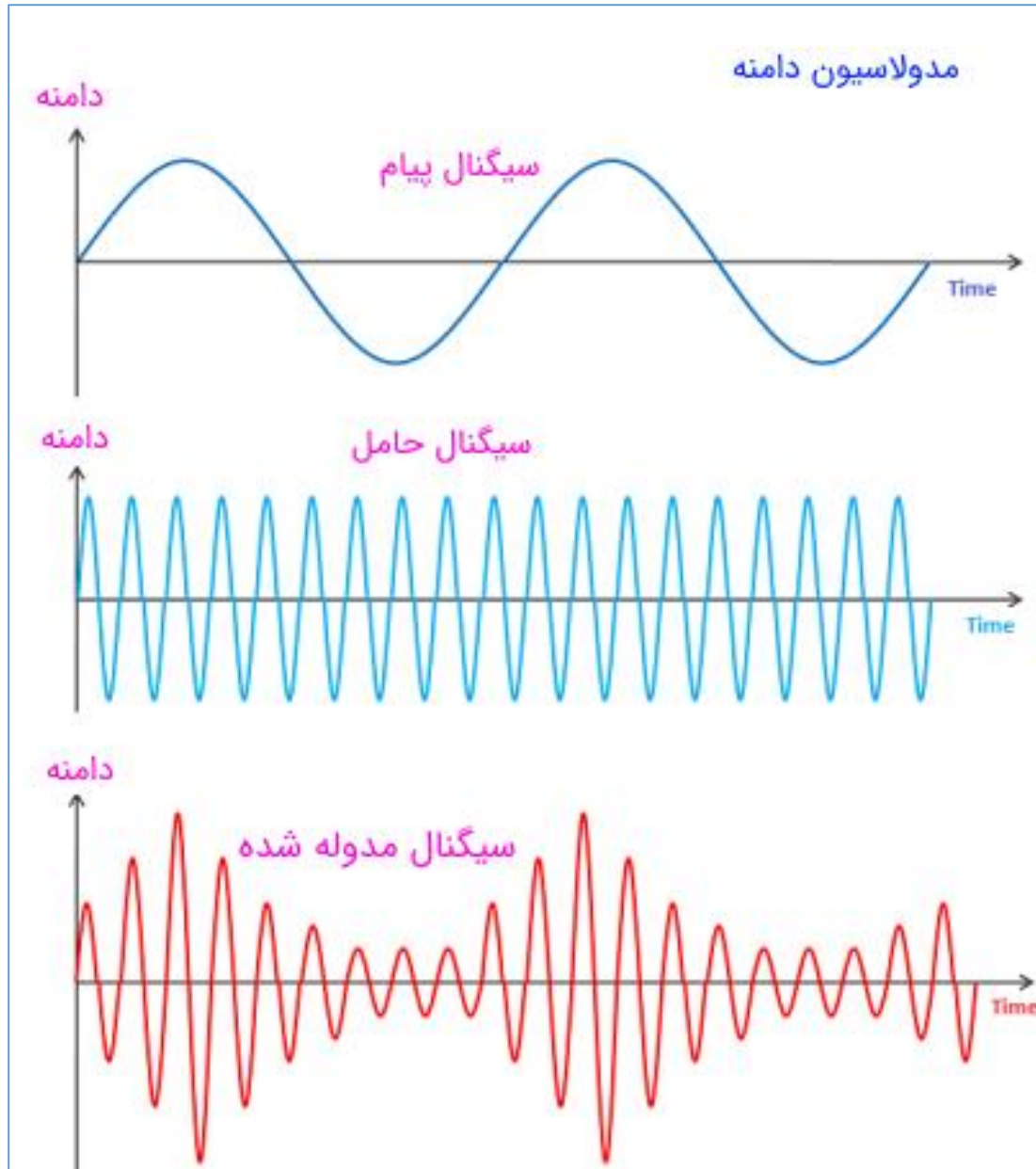
با حرکت ذره A بر روی دایره، ارتفاع آن بر روی محور y ، منحنی سینوس را ایجاد می کند. با حرکت یک نقطه دیگر به غیر از A بر روی دایره، می تواند منحنی دیگری را تولید کند که با منحنی اول اختلاف فاز داشته باشد.



مدولاسیون دامنه

مدولاسیون نتیجه
تاثیرگذاری یک سیگنال بر
روی یک سیگنال دیگر است.
این تاثیر می تواند بر روی
دامنه سیگنال دوم انجام
شود.

خروجی کارت شبکه یک
سیگنال دیجیتال است و این
سیگنال می تواند توسط
مودم و تکنیکهای
مدولاسیون به نقاط دورتر
ارسال شود.



درک مدولاسیون در صنعت ارتباطات

اکنون و در عصر حاضر که به عصر ارتباطات معروف است، داشتن معلومات عمومی در حوزه علوم ارتباطات و در عمل مخابرات آنالوگ و دیجیتال، امری مفید بوده چه برسد که این معلومات تخصصی و فنی باشد.

مدولاسیون در مهندسی برق و مخابرات، عبارت است از سوار کردن سیگنال پیام (داده، اطلاعات) روی یک سیگنال دیگر که معمولاً فرکانس بالاتری دارد (سیگنال حامل). این کار به منظور افزایش برد سیگنال و بهره‌وری انتقال و استفاده بهتر از پهنای باند کانال صورت می‌گیرد.

در مدولاسیون، یکی از مشخصه‌های سیگنال حامل (مثلاً دامنه، فرکانس، فاز، یا ترکیبی از این‌ها) با توجه به سیگنال پیام تغییر داده می‌شوند.

از دیدگاهی جامع‌تر، فرایند گنجاندن سیگنال حاوی اطلاعات در سیگنالی دیگر را مدولاسیون می‌نامند. همچنین استخراج سیگنال حاوی اطلاعات، دمدولاسیون نام دارد. فواید مدولاسیون:

۱. از پهنای باند استفاده‌ای بهینه شود و هر پیام در کانال خاصی قرار گیرد.

۲. بر مسافت انتقال پیام - که در فرکانس‌های پایین کم است - افزوده شود.

انگیزه اصلی استفاده از مدولاسیون، بهره مندی کامل از محیط های انتقال است. منظور از محیط های انتقال نیز رسانه های انتقال هستند که در سیستم های مخابراتی و شبکه های کامپیوتری استفاده می شوند. لذا میتوان عوامل تاثیر گذار بر این بهره مندی را که ملاک انتخاب روش های دولاسیون میگردد، بصورت زیر طبقه بندی نمود:

1. بر اساس نوع پیام مورد نظر برای ارسال:

- voice/video (analog source)
- data (digital source, machine-to-machine communications)
- traffic statistics: continuous / bursty traffic

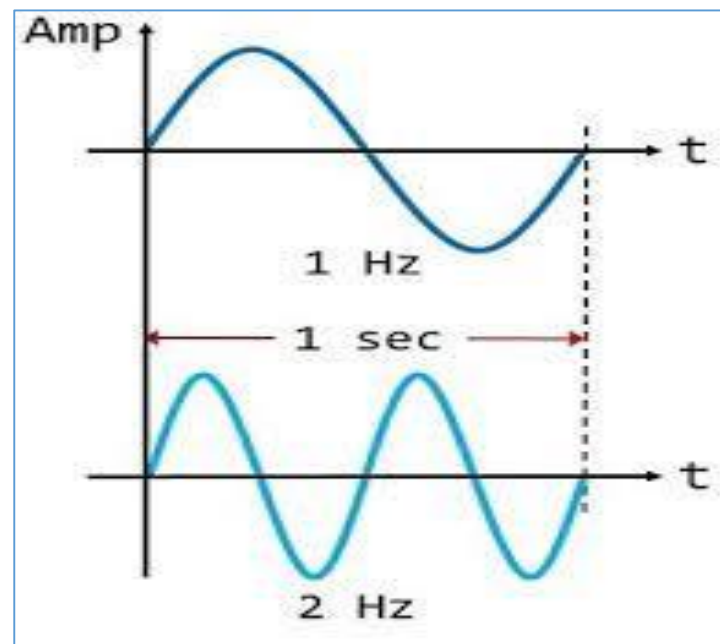
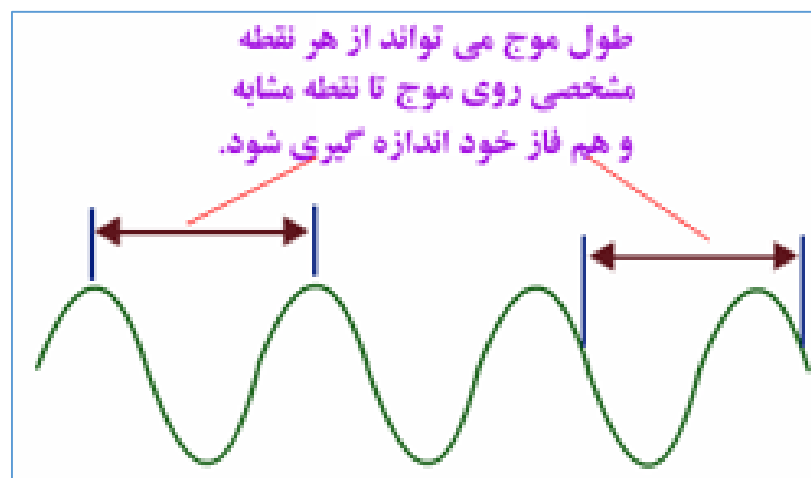
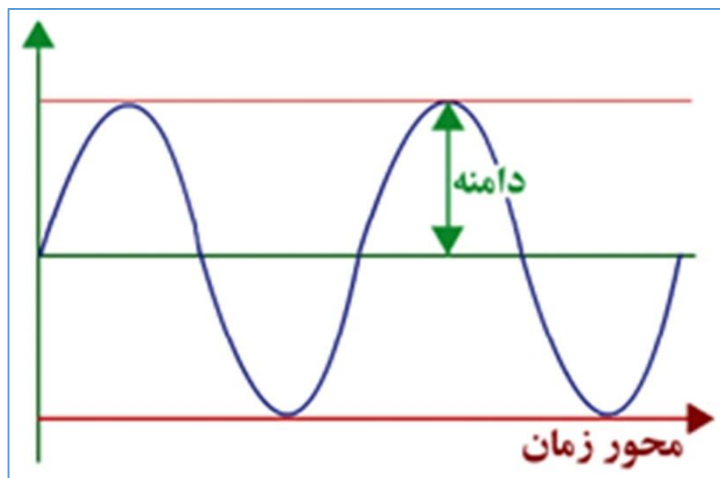
2. میزان تاخیری که در انتقال داده مجاز هستیم

3. نوع محیط انتقالی که در اختیار داریم.

4. در کاربردهای شبکه، نوع شبکه مورد استفاده، نظیر:

- cellular wireless networks (GSM, AMPS*)
- RF-LANs (802.11b Wi-Fi, HiperLAN /2)
- wire-line local area networks (Ethernet LANs)
- public switched telephone network (PSTN)

فرمت سیگنال آنالوگ

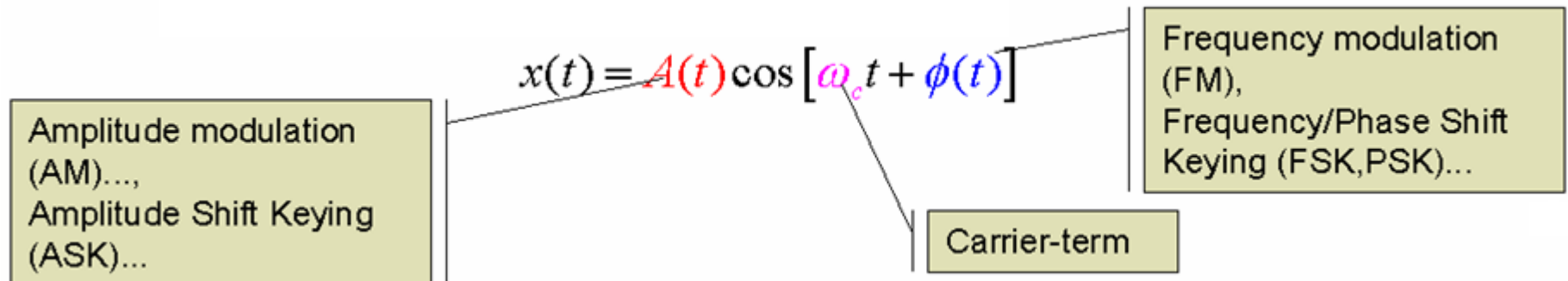


$$A_c \cos(2\pi f_c t + \phi)$$

Amplitude Frequency Phase

فرمت سیگنال آنالوگ

یک سیگنال آنالوگ از قسمت‌های زیر تشکیل می‌شود: این مقادیر عبارتند از دامنه
Amplitude، فرکانس Frequency و فاز Phase

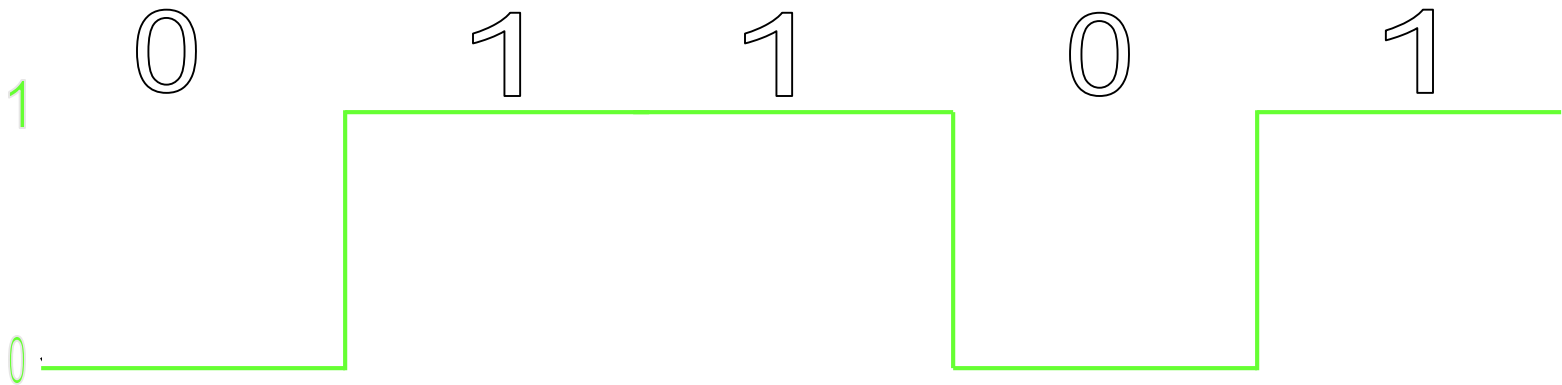


مدولاسیون دامنه دیجیتال ASK

در مدولاسیون دامنه یا ASK، اطلاعات مدوله کننده داده های باینری 0 و 1 بوده و چون کاریر وابسته به وضعیت داده 0 یا 1 بین دو وضعیت سوئیچ میشود بنام "مدولاسیون کلیدزنی on/off" نیز شناخته میشود.

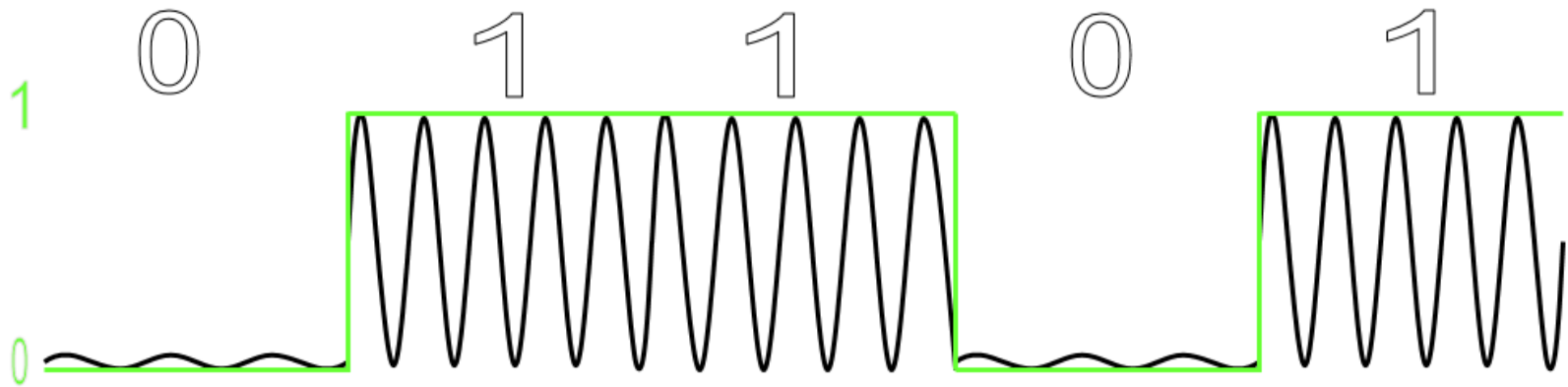
$$x_C(t) = \begin{cases} +A_C \cos 2\pi f_C t & : "1" \\ -A_C \cos 2\pi f_C t & : "0" \end{cases} \quad ; \quad x_C(t) = \begin{cases} +A_C \cos 2\pi f_C t & : "1" \\ 0 & : "0" \end{cases}$$

"RZ Data input" "RZ Data input"



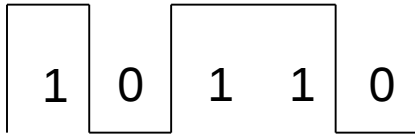
Amplitude Shift Keying (ASK) , On Off Keying (OOK)

در شکل زیر عملیات ASK انجام شده است. در ناحیه ای که سیگنال دیجیتال صفر است دامنه سیگنال آنالوگ نیز صفر شده است در قسمتهایی که سیگنال دیجیتال یک است سیگنال آنالوگ دامنه خود را حفظ کرده است.



مدولاسیون دامنۀ دیجیتال ASK

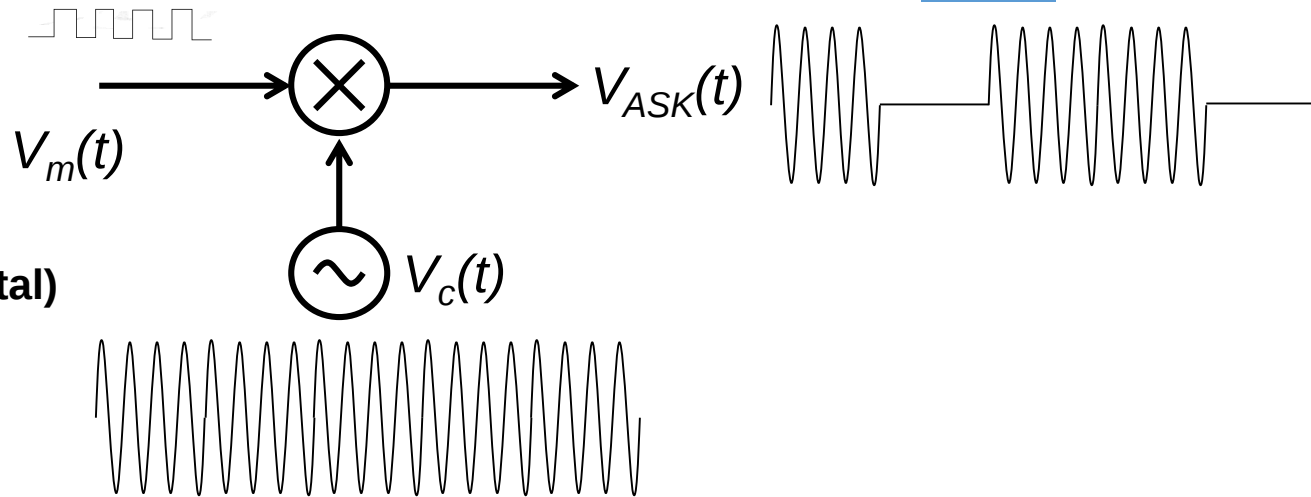
Unipolar



$V_m(t)$: input signal (digital)

$V_c(t)$: carrier signal

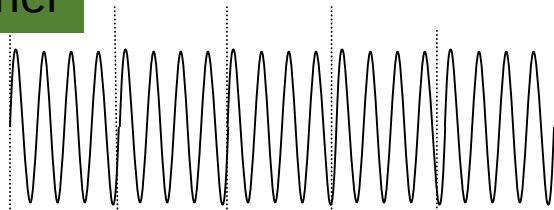
$V_{ASK}(t)$: output signal



مدولاسیون دامنه دیجیتال ASK

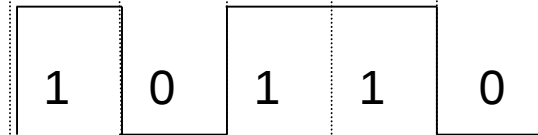
حوزه زمان

Carrier



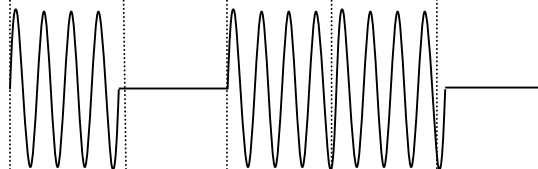
Unipolar

X



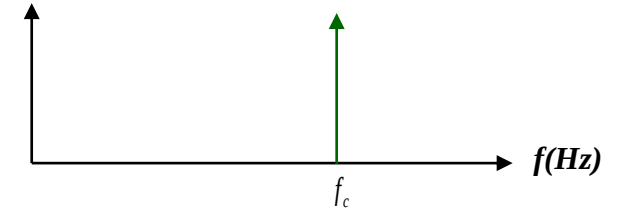
ASK

=



حوزه فرکانس

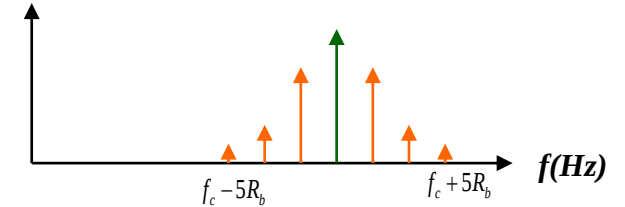
Amplitud, V



Amplitud, V



Amplitud, V



پهنای باند مدولاسیون دامنه دیجیتال ASK

$$BW_{ASK} = R_S = R_b = 2f_m$$

برای سیگنالهای غیر پریودیک:

f_m : Max Frequency of input signal (Analogue)

$f_s = 2 f_m$: Min Sampling Frequency of input signal

$R_b = 1\text{bit} \times f_s = 2f_m$: Min Bit Rate of input signal after 1 bit quantization (digital)

ارزیابی سیستم ASK

مزیتها

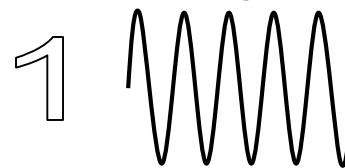
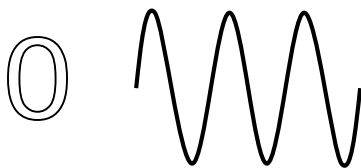
- آسانی انجام مدولاسیون
- بطور وسیعی در انتقال بوسیله فیبر نوری استفاده میشود.

معایب

- حساس در برابر تضعیف سیگنال (ناکارآمدی در ارتباط دهی بین نقاط دور از هم).
- محدودیت نرخ بیت

مدولاسیون فرکانس دیجیتال FSK

- در مدولاسیون فرکانس یا FSK، فرکانس کاریر وابسته به وضعیت داده ورودی 0 یا 1 بین دو وضعیت فرکانسی مختلف $f_{Low}=f_C-\Delta f$ و $f_{Hi}=f_C+\Delta f$ (حول کاریر) سوئیچ میشود :



$$x_C(t) = \begin{cases} A_C \cos 2\pi f_{Hi} t & : "1" \\ A_C \cos 2\pi f_{Low} t & : "0" \end{cases}$$

0

1

1

0

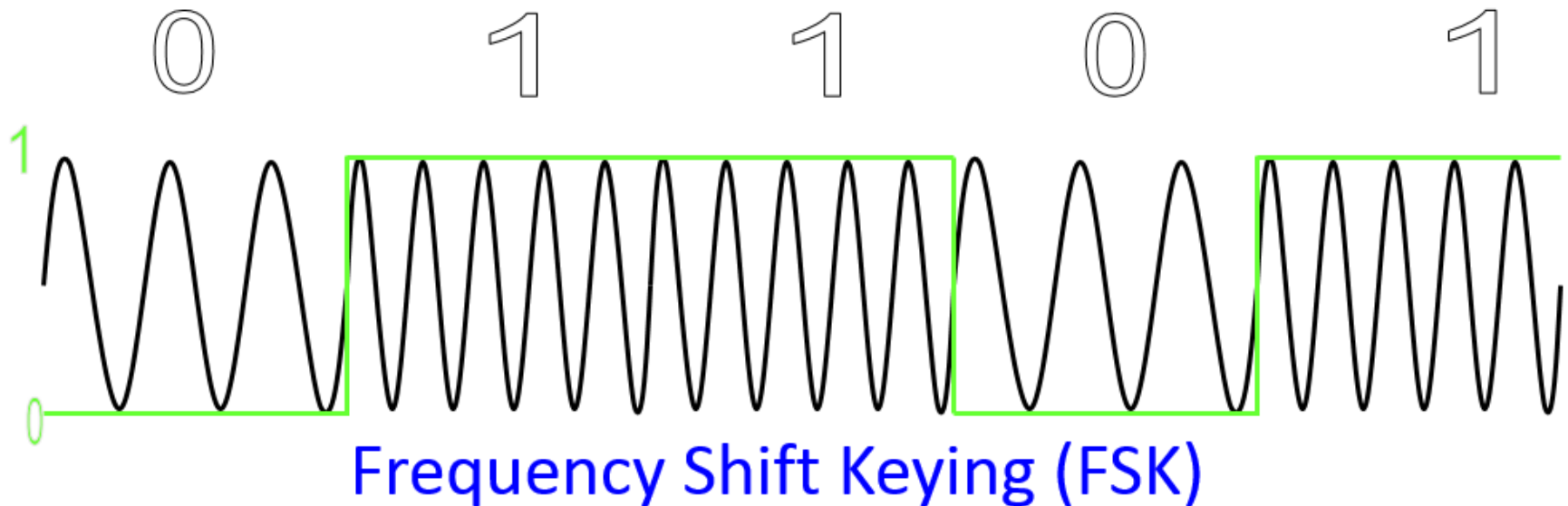
1

1

0

Frequency Shift Keying (FSK)

در شکل زیر عملیات FSK انجام شده است. در ناحیه ای که سیگنال دیجیتال صفر است **فرکانس سیگنال آنالوگ** با قسمتهایی که سیگنال دیجیتال یک است متفاوت است که نشان دهنده تغییرات فرکانس یا همان FSK است.



پهنای باند مدولاسیون دامنه دیجیتال FSK

$$BW_{FSK} = 2(R_b + \Delta f)$$

برای سیگنالهای غیر پریودیک:

f_m : Max Frequency of input signal (Analogue)

$f_s = 2 f_m$: Min Sampling Frequency of input signal

$R_b = 1\text{bit} \times f_s = 2f_m$: Min Bit Rate of input signal after 1 bit quantization (digital)

کاربردهای متداول شیوه FSK

- مدم ها (Modulator/demodulator)
- مخابرات موبایل (سلولی)
- ارتباطات HF (در رنج 3-30 MHz)
- انتقال دیتا بر روی خطوط قدرت
- شبکه های خانگی دیتا با نرخ بیت بالای 14Mbps
- تلفنهای Touch Tone

ارزیابی سیستم FSK

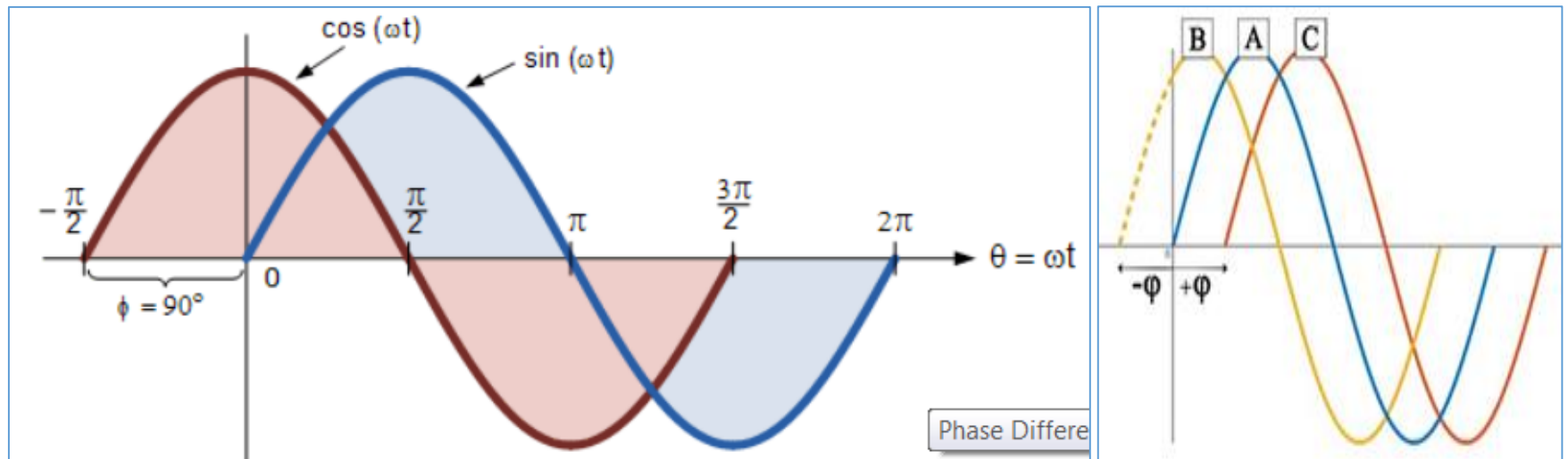
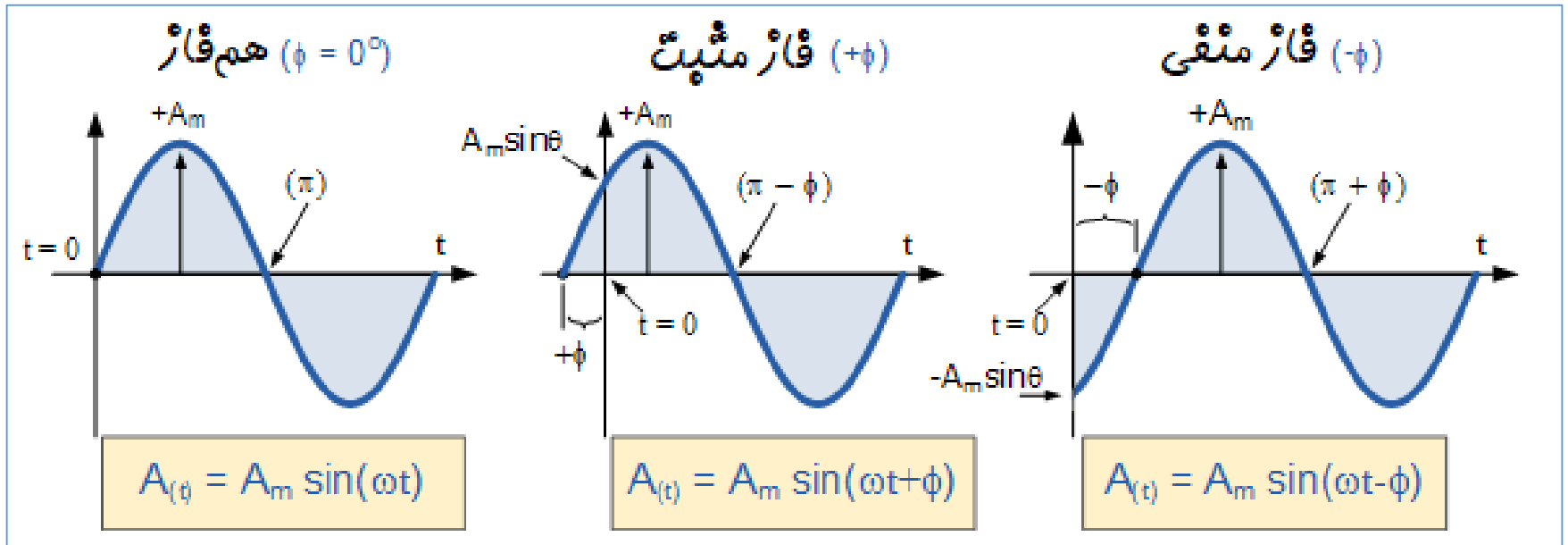
مزیتها

- برخورداری از تضعیف کمتر سیگنال در مقایسه با شیوه ASK
- تاثیر پذیری کمتری از نویز نسبت به ASK دارد.

معایب

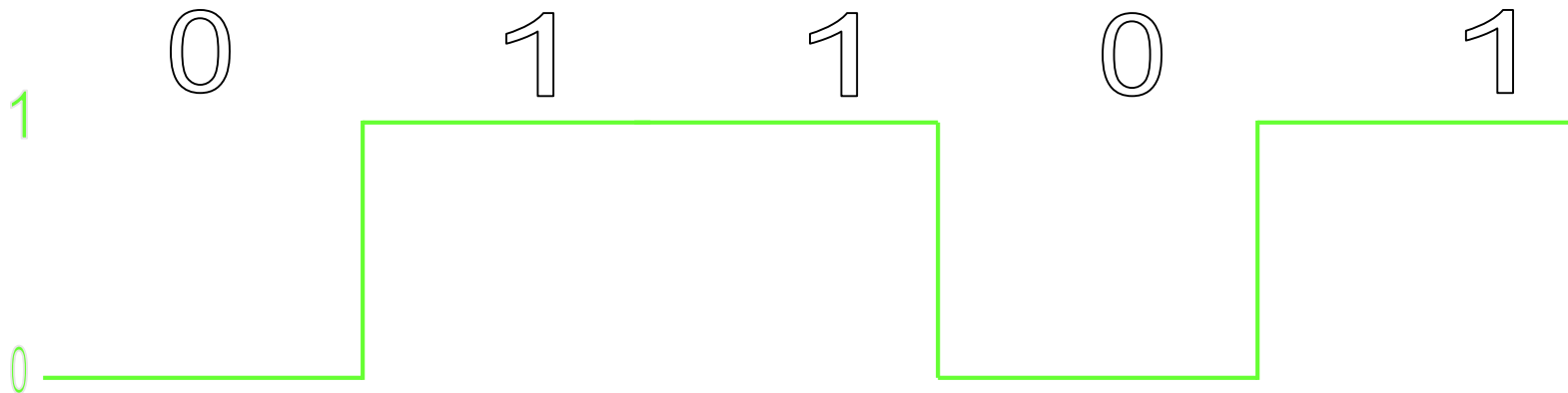
- غلبه نویز (prone to noise) در استفاده این شیوه برای ارتباطات دور (حدود 1km به بالا)
- توانایی صرفا برای انتقال با نرخ بیت نسبتا پایین (baud rate 4800bps)

چگونگی تغییر فاز یک سیگنال سینوسی



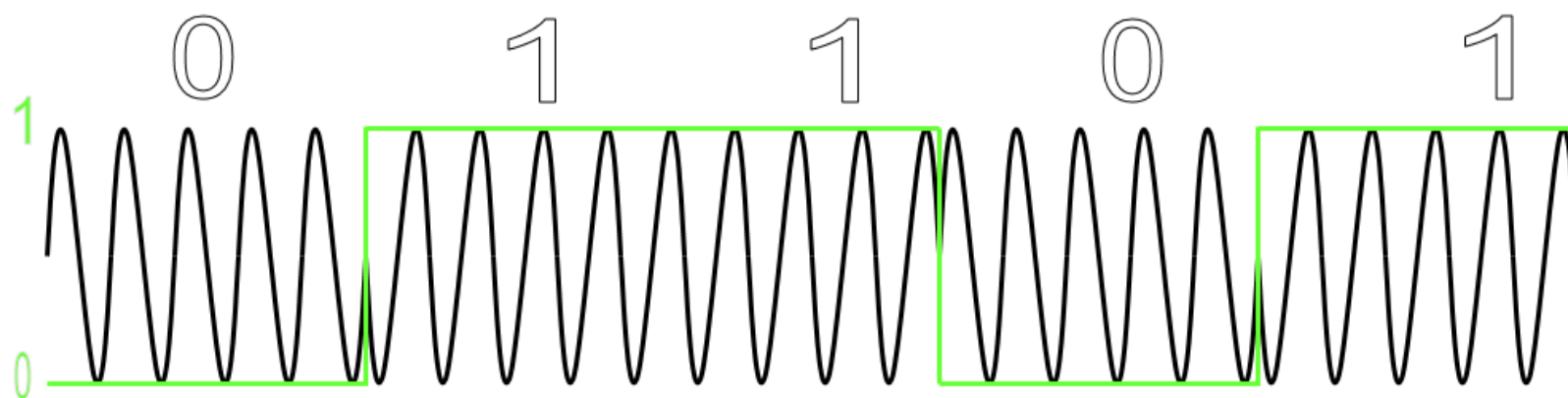
مدولاسیون فاز دیجیتال PSK

- در مدولاسیون فاز یا PSK، کاریر وابسته به وضعیت داده ورودی 0 یا 1 بین دو وضعیت فازی مختلف (بهترین و ایمن ترین از نظر تشخیص در گیرنده دو فاز متقابل 0 و 180° میباشد) سوئیچ میشود بطوریکه اگر بیت وارده به مدولاتور تغییر حالت نداد فاز کاریر بدون تغییر باقی میماند، ولی با تغییر بیت (حال از 1 به 0 یا از 0 به 1 باشد) فاز کاریر تغییر می کند.:



Phase-Shift Keying

تغییر فاز هنگام گذار از 1 به 0 به 1 مشخص است:



Phase-Shift Keying

پهنای باند مدولاسیون دامنه دیجیتال PSK

$$BW_{PSK} = R_b = 2BW_{baseband}$$

برای سیگنالهای غیر پریودیک:

$BW_{baseband}$: Max Frequency of input signal (Analogue)

$f_s = 2 BW_{baseband}$: Min Sampling Frequency of input signal

$R_b = 1bit \times f_s = 2 BW_{baseband}$: Min Bit Rate of input signal after 1 bit quantization (digital)

با تشکر از محققینی که از اسلایدهای آنها استفاده شده است.

