كلية الهندسة المعلوماتية

مقرر تراسل البيانات

محاضرات الأسبوع 2

الفصل الأول -2024/2023

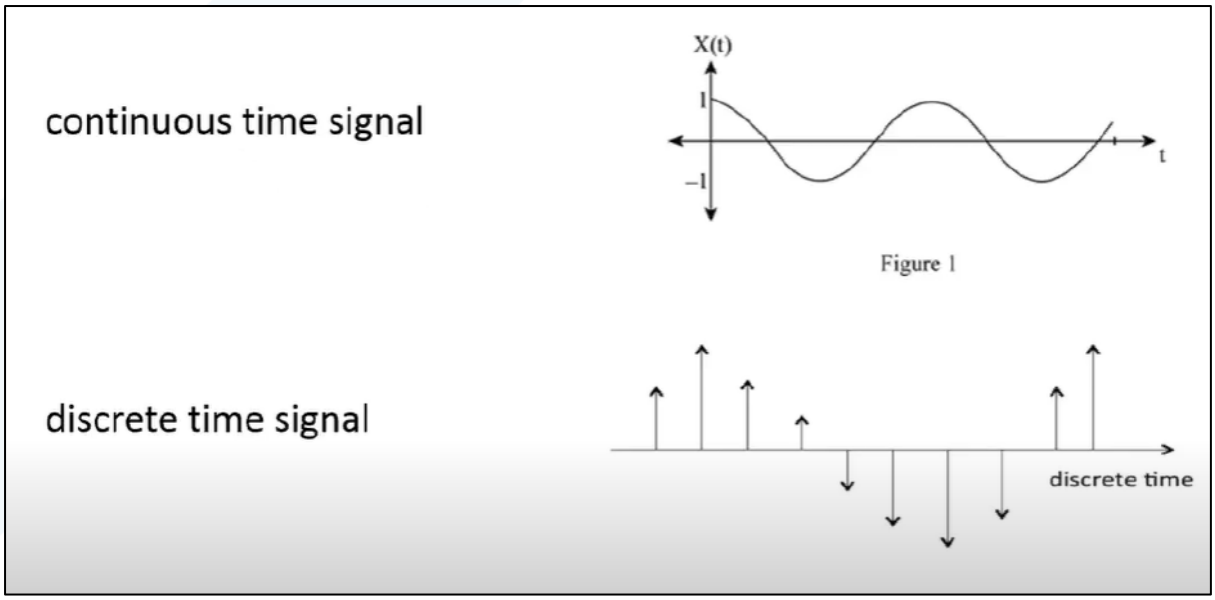
نظرية أخذ العينات

تنقسم الإشارات الى تماثلية ورقمية، والتي تمثل زمنيا كإشارات مستمرة ومتقطعة زمنيا. إن عملية إرسال الإشارات ذات الطبيعة الرقمية تتم بشكل سهل ومباشر في أنظمة الاتصالات الرقمية. بينما في حالة الإشارات التماثلية (مثل الإشارات الصوتية والمرئية) فلا يمكن إرسالها قبل معالجتها بشكل يسمح بتحويلها من إشارات متصلة زمنيا الى إشارات متقطعة زمنيا وهو ما يسمى عملية أخذ العينات.

تحويل الإشارة التماثلية الى إشارة رقمية يتم من خلال اخذ عينات من هذه الإشارة في فترات زمنية محددة متباعدة بنفس القيمة والتي تسمى زمن أخذ العينة (Sampling Time) ونرمز لها اختصارا Ts يظهر الشكل التالي إشارة مستمرة زمنيا وما يقابلها من إشارة متقطعا زمنيا بعد عملية أخذ العينات.

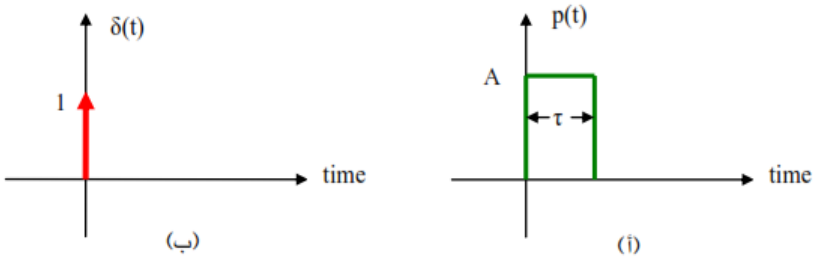
وتعرف هذه العملية: أنها عملية استبدال الإشارة التشابهية ذات الطيف المحدود، بسلسلة عيّنات مأخوذة منها دون أي فقد في المعلومات المتضمنة في الإشارة، ويتم أخذ هذه العيّنات دورياً وبتردد محدد، بحيث نستطيع استعادة الإشارة من عيناتها.

وتعد عملية أخذ العينات الأساس ونقطة الانطلاق لتحويل الإشارات التشابهية إلى إشارات رقمية.



إشارة النبضة المثالية Unit Impulse Signal :

تتميز النبضة العادية بارتفاع وعرض زمني محددين، بينما يقصد بإشارة النبضة المثالية والتي يرمز لها "δ(t)" نبضة ديراك :هي نبضة ذات مطال لانهائي وعرض زمني يساوي الصفر كما هو موضح في الشكل التالي



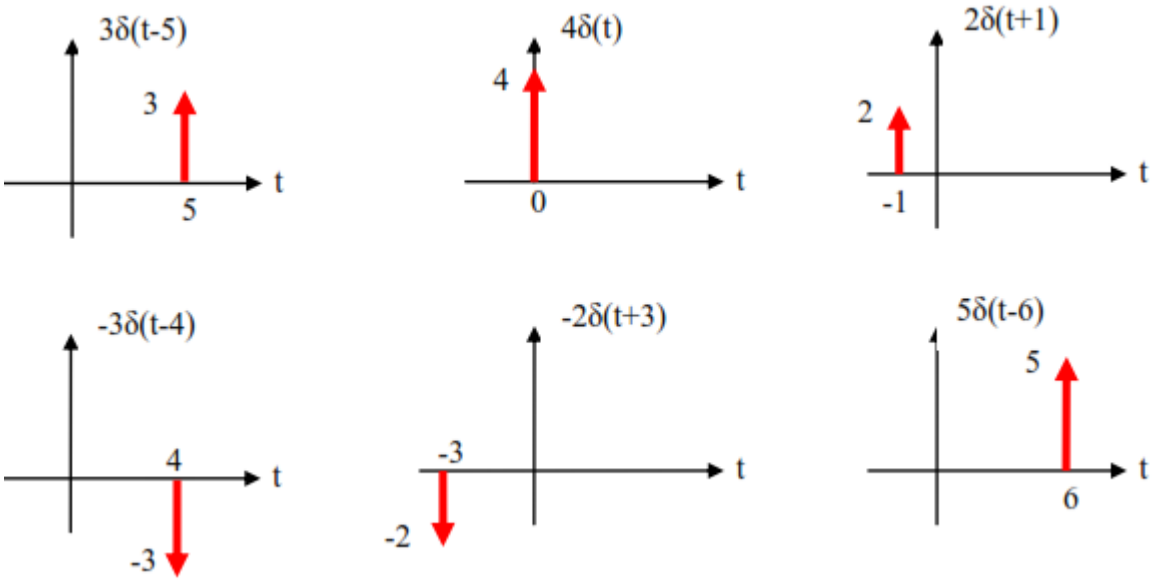
(أ). النبضة العادية – (ب). النبضة المثالية

تتميز النبضة المثالية بالخصائص التالية:

- الارتفاع يساوي مالا نهاية.
- العرض الزمني يساوي الصفر
- الموقع عند نقطة الصفر
- المساحة تساوي وحدة واحدة، مما يعني تكامل الإشارة يساوي الواحد

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t)\,dt = 1$$

النبضة المثالية تأخذ وضعيات مختلفة من حيث الموقع والمساحة كما هو موضح في الشكل أدناه، وتؤول النبضة العادية الى نبضة مثالية عندما يؤول عرضها الى للصفر وارتفاعها الى ما لانهاية. إشارة السهم تدل على ان ارتفاع الإشارة الى ما لانهاية.



يظهر الشكل التالي إشارة نبضة مثالية دورية تعيد نفسها بانتظام، حيث يمكننا صياغتها وفق العلاقة التالية:

$$P(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} a\,\delta(t - nT_s)$$

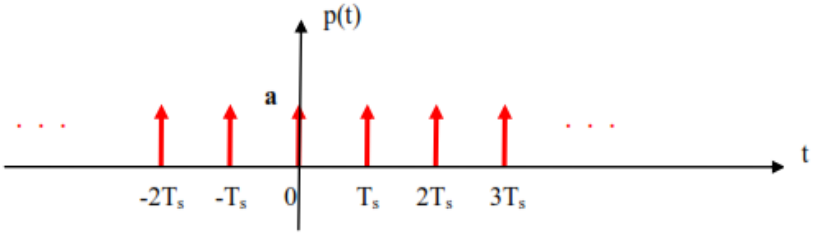
حيث إن:

P(t) = إشارة النبضة.

a = مساحة النبضة.

T_s = الفترة الزمنية بين النبضات.

n = عدد صحيح لتحديد النبضة.

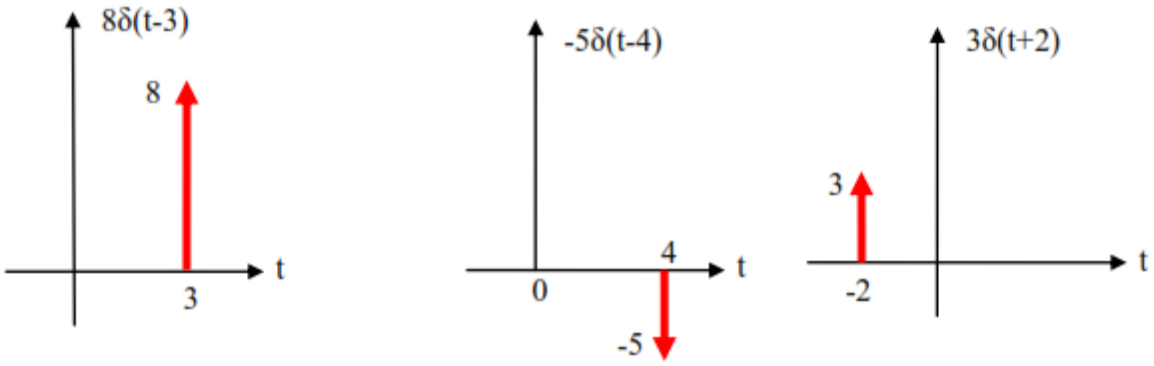


تكمن أهمية النبضة المثالية في استخدامها بعملية أخذ العينات (الحالة المثالية)

مثال(1): ارسم الإشارات التالية:

أ- $8\,\delta(t-3)$ ب- $-5\,\delta(t-4)$ ج- $3\,\delta(t+2)$

الحل

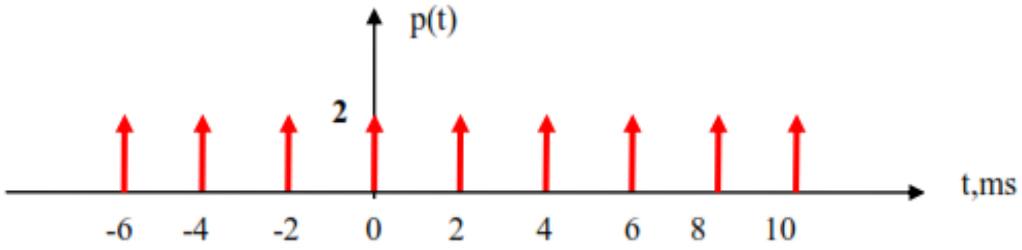


مثال(2): ارسم الإشارات التالية:

$$P(t)=\sum_{n=-3}^{+5}2\delta(t-nT_s)$$

علمًا بأن $T_s=2ms$.

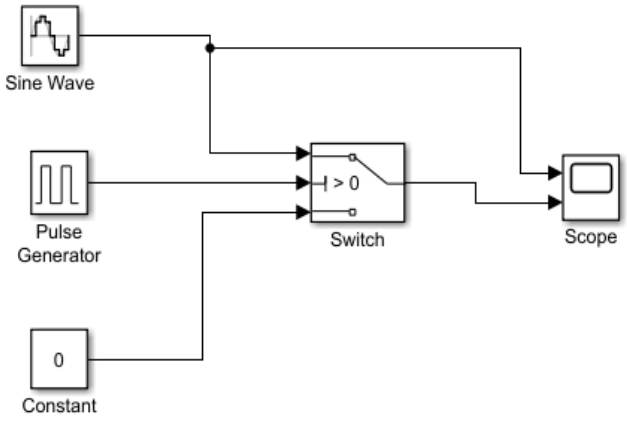
الحل

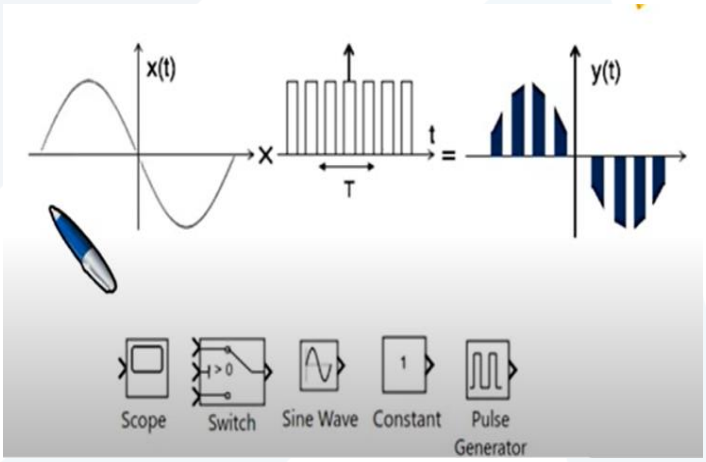


تنص **نظرية نيكويست** لأخذ العينات على أنه: يمكن **استرداد** إشارة محدودة النطاق إذا كان **تردد أخذ العينات** أكبر من **ضعف أعلى تردد للإشارة** التي يتم أخذ عينات منها.

$$fs > 2\,fmax$$

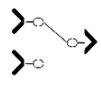
سنقوم بإنشاء النظام التالي:

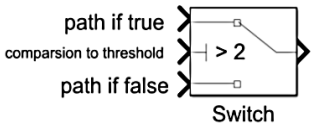




توضيح آلية عمل switch:

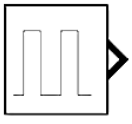
Switches


Manual Switch



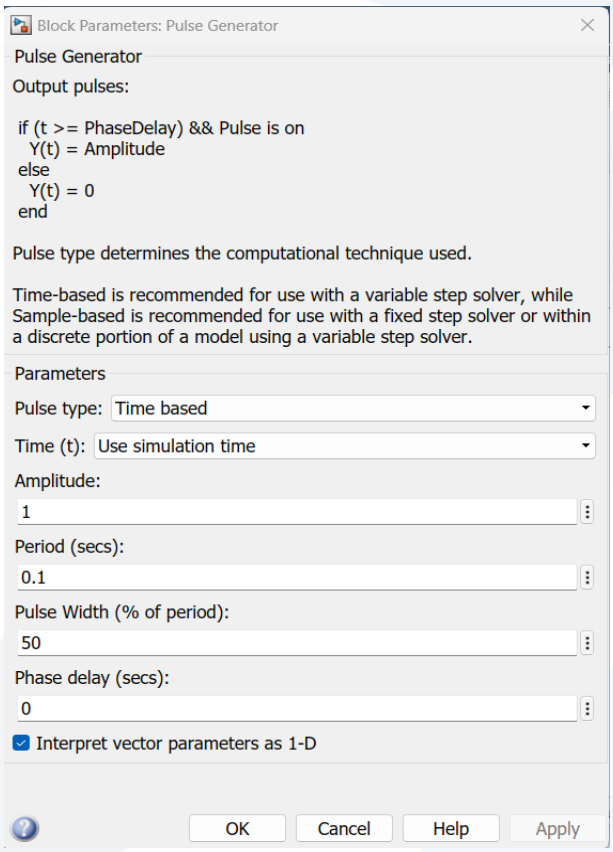
The simplest is the **Manual Switch**.
A user double clicks the block to divert the signal between two paths.

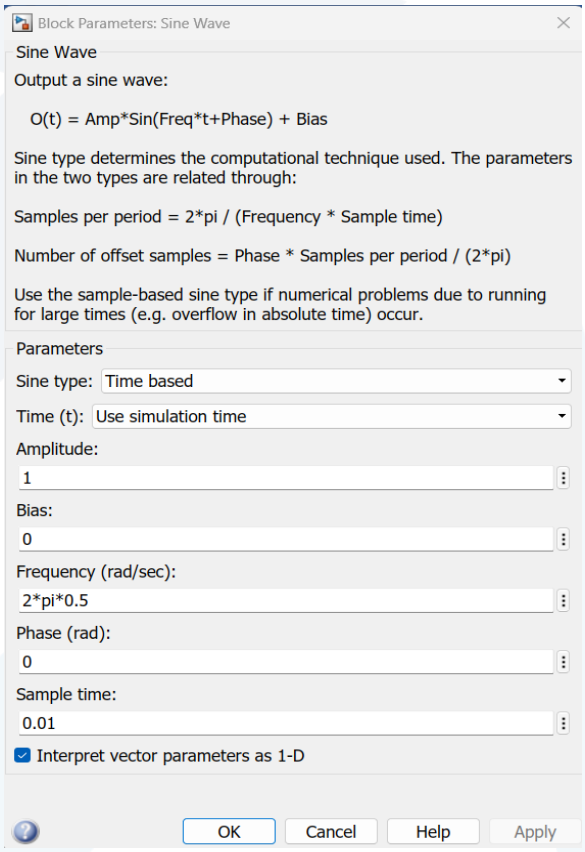
The output of the **Switch** block is determined by the centre pin. A comparison is carried out between the centre input and a threshold value. You can select the threshold value and for the comparison to be ≥, ≤, =, etc. If the comparison is true, the output is switch to the top input, else the output is connected to the bottom input.

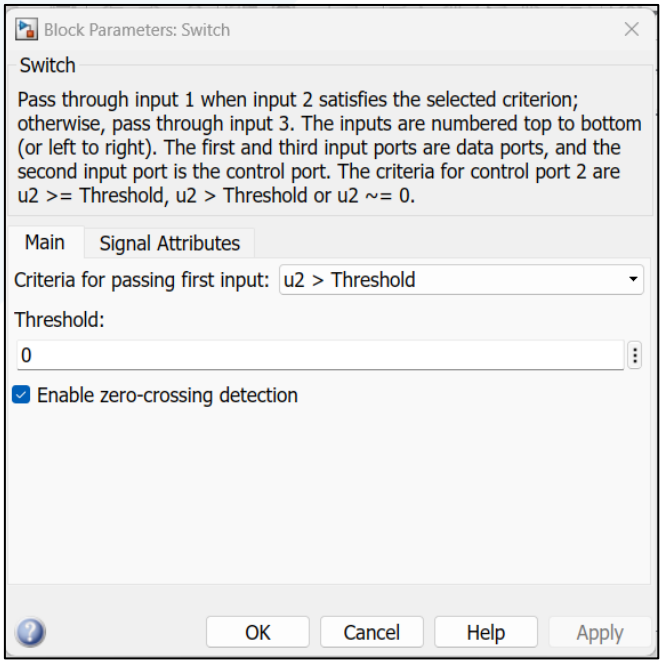

Pulse Generator

- Amplitude
- Period (seconds)
- Pulse Width (% of period)
- Phase Delay (seconds)

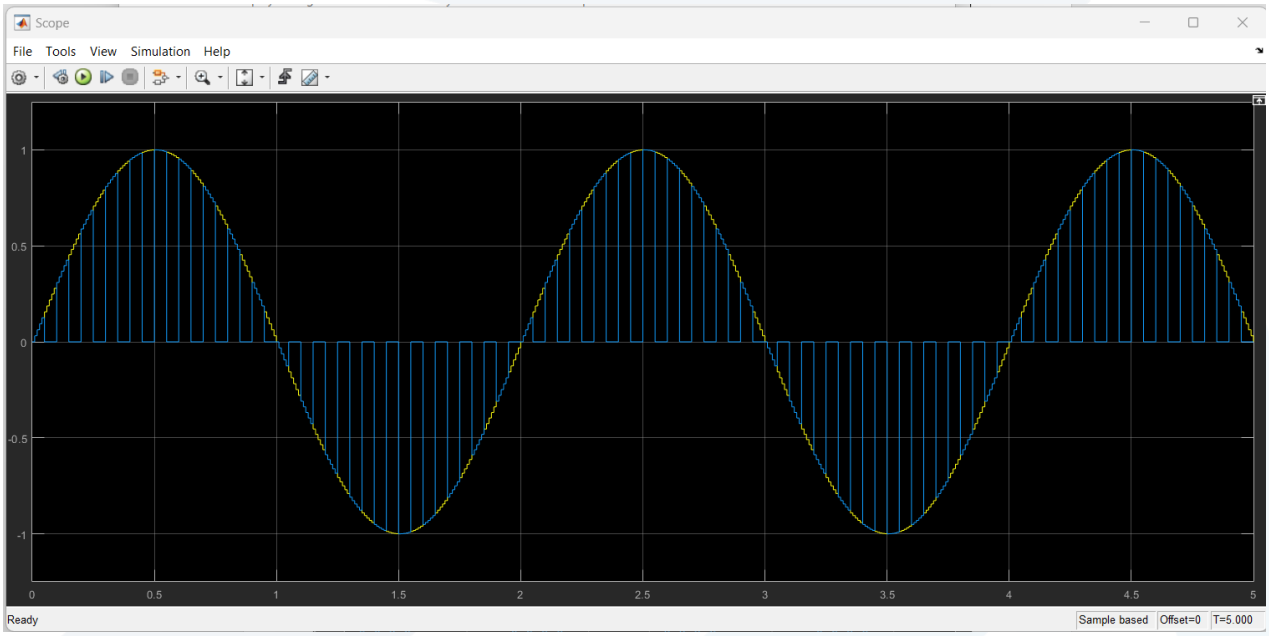
سنختار البارامترات التالية

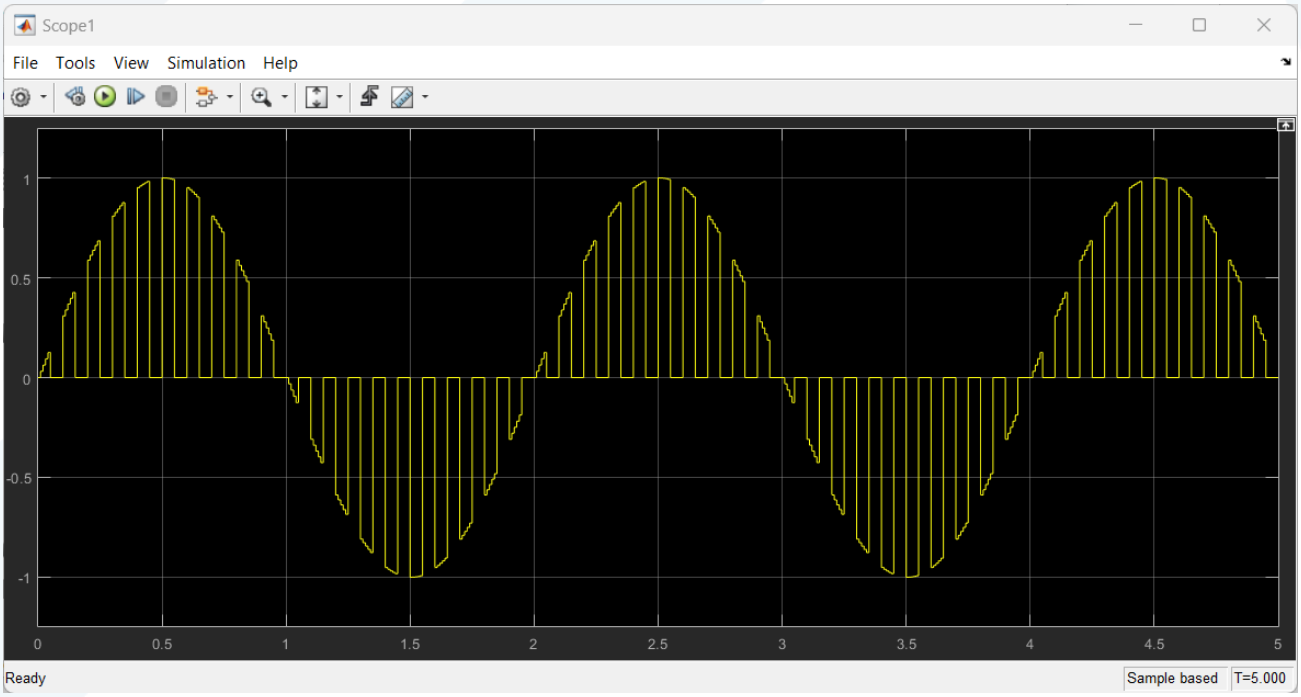




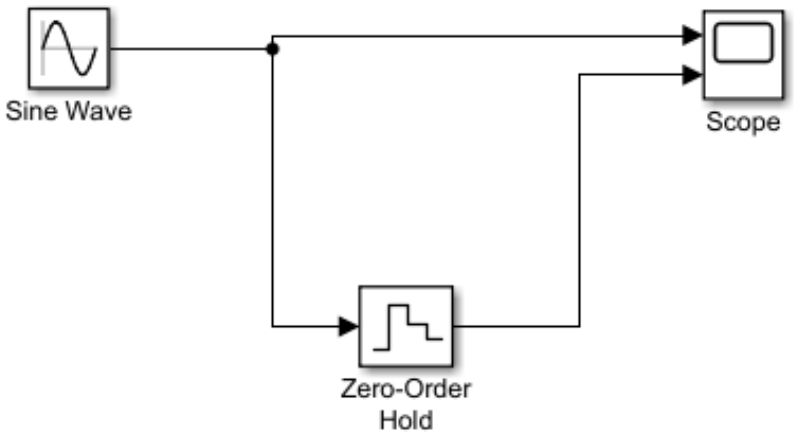


تكون النتائج بالشكل التالي:





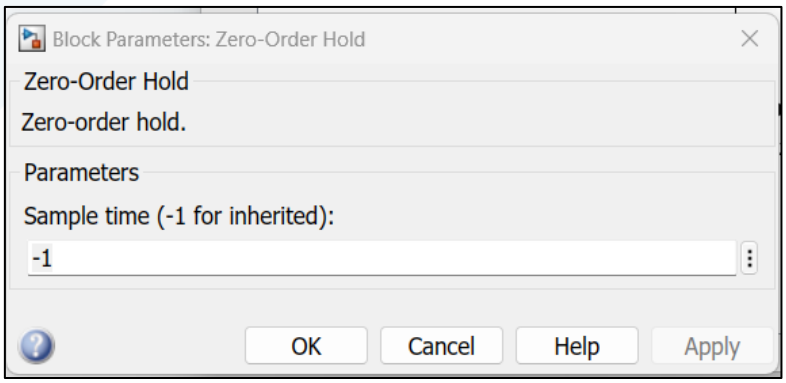
مثال (2):



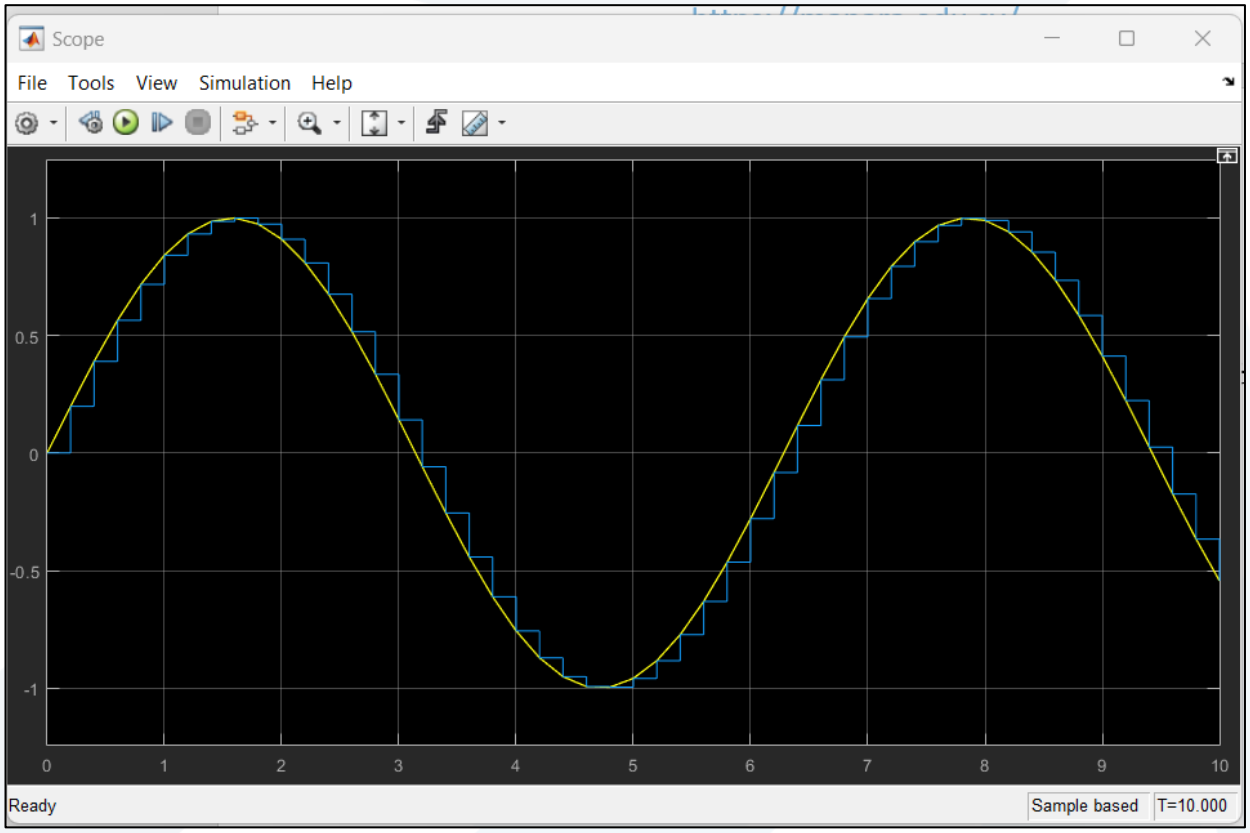
The Zero-Order Hold block: holds its input for the sample period you specify. If the input is a vector, the block holds all elements of the vector for the same sample period.

You specify the time between samples with the Sample time parameter.

A setting of -1 means the block inherits the Sample time.



تكون نتائج التجربة بالشكل:



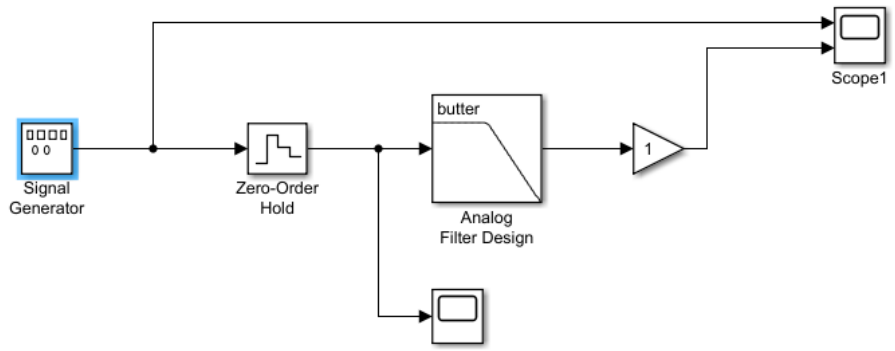
يسمح صندوق Zero-Order Holdبأخذ العينات من الإشارة المستمرة زمنياً بفترة أخذ عينات محددة.

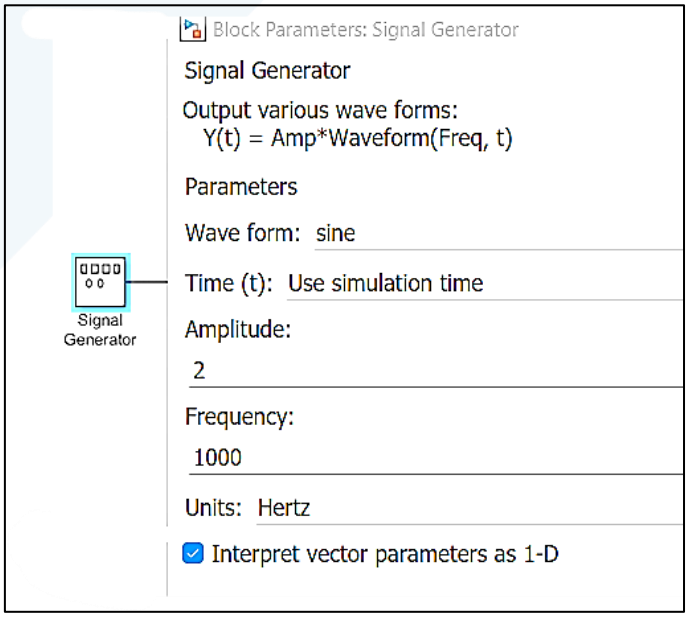
يوضح الشكل خرج جهاز عرض الإشارة حيث يلاحق المخطط باللون الأصفر الإشارة الجيبية والأزرق الإشارة المتقطعة.

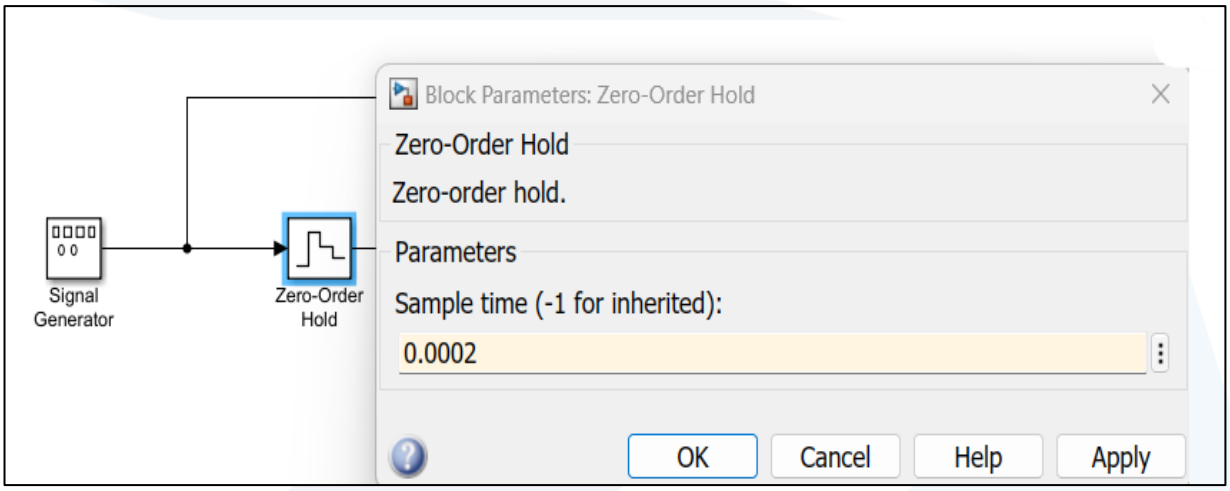
استعادة الإشارة الأصلية من إشارة الاعتيان

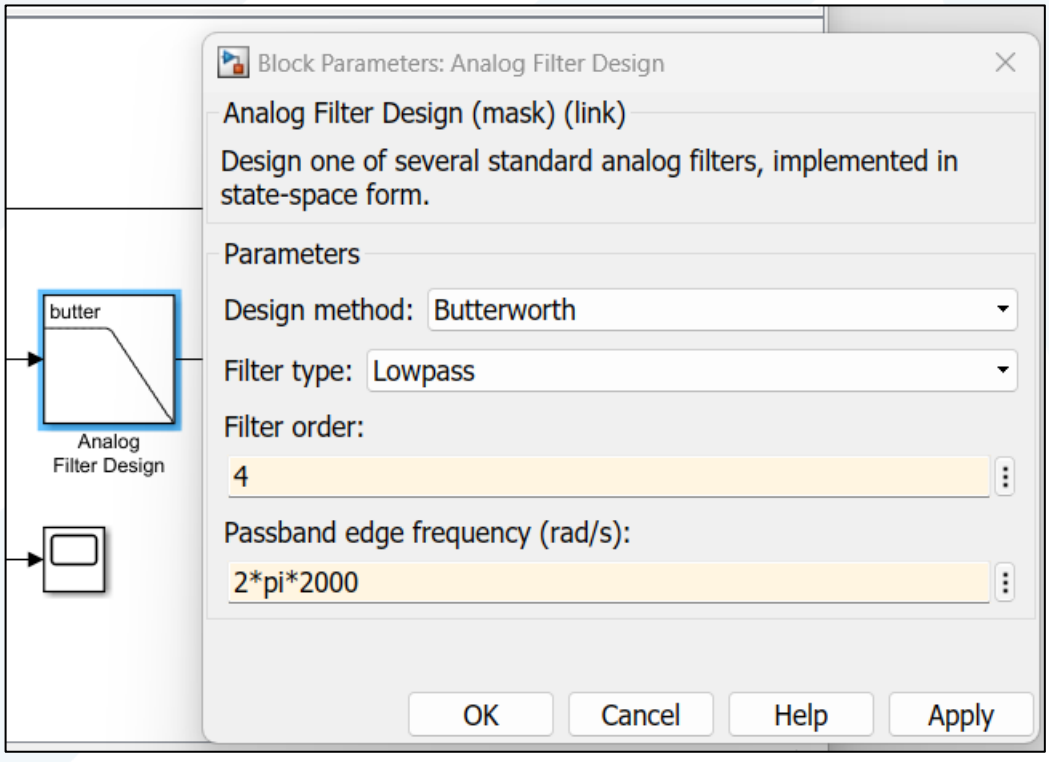
ويمكن أن يتم ذلك باستخدام مرشح، Analog Butterworth LP Filter يعتمد هذا المرشح على مجموعة من المراتب ordersوالتي تحدد درجة نعومة المرشح بالإضافة إلى تردد القطع الذي يسمح فيه المرشح بتمرير الإشارة أو منعها.

يفترض النموذج أن $f(t)$ هي موجة جيبية بتردد 1 كيلو هرتز مع 2Vpp. يتم ضبط تردد أخذ العينات على fs = 5 كيلو هرتز (أي يتم أخذ عينة كل 0.0002 ثانية). تم تكوين المرشح على مرشح بتروورث ذو التمرير المنخفض من الدرجة الرابعة، بتردد القطع fc. يتم ضبط الكسب على 1 (ليست هناك حاجة إلى تضخيم عند استخدام أخذ العينات وأخذ العينات)

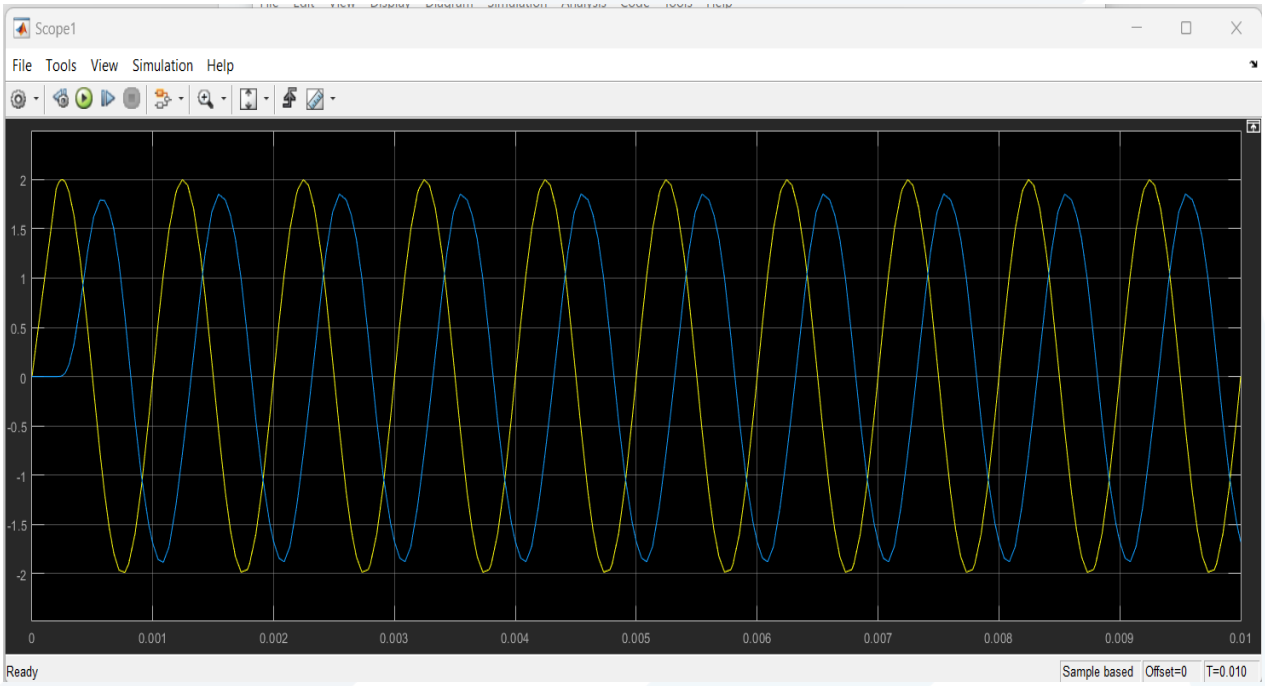




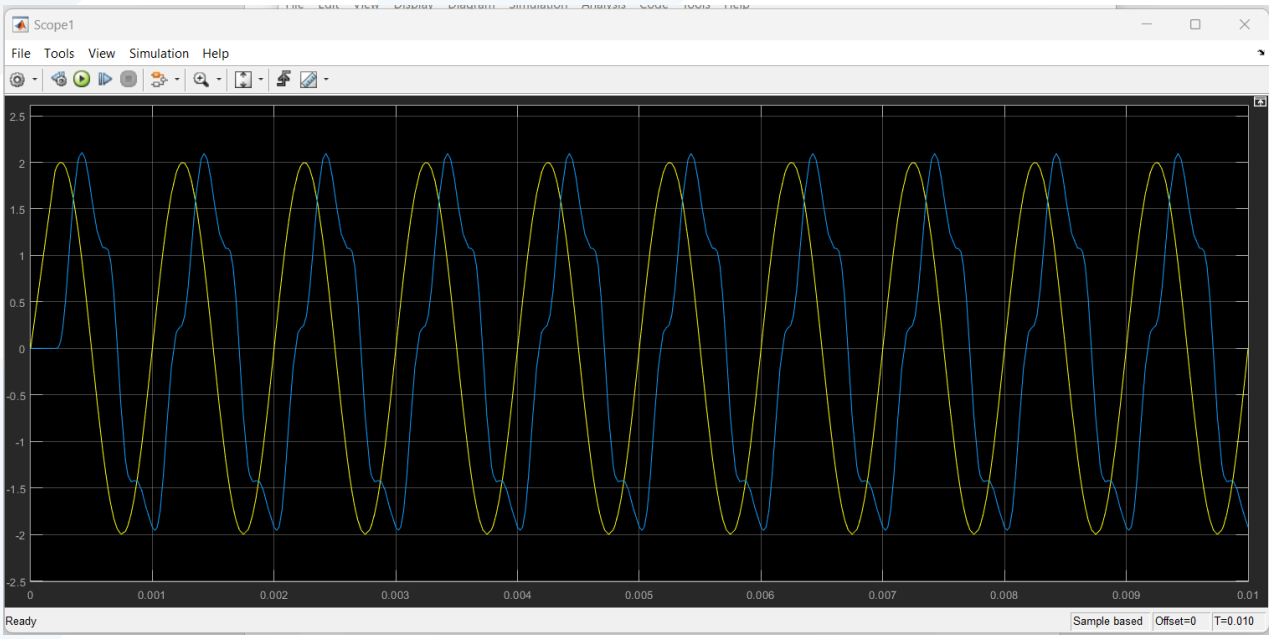

Signal Generator
Zero-Order Hold
Block Parameters: Zero-Order Hold
Zero-Order Hold
Zero-order hold.
Parameters
Sample time (-1 for inherited):
0.0002
OK
Cancel
Help
Apply


butter
Analog Filter Design
Block Parameters: Analog Filter Design
Analog Filter Design (mask) (link)
Design one of several standard analog filters, implemented in state-space form.
Parameters
Design method: Butterworth
Filter type: Lowpass
Filter order:
4
Passband edge frequency (rad/s):
2*pi*2000
OK
Cancel
Help
Apply

الحالة 1: تردد قطع المرشح $fc = 2$ كيلو هرتز



الحالة الثانية: تردد قطع المرشح $fc = 4$ كيلو هرتز (يؤدي إلى التعرج، لماذا؟)



وظيفة:

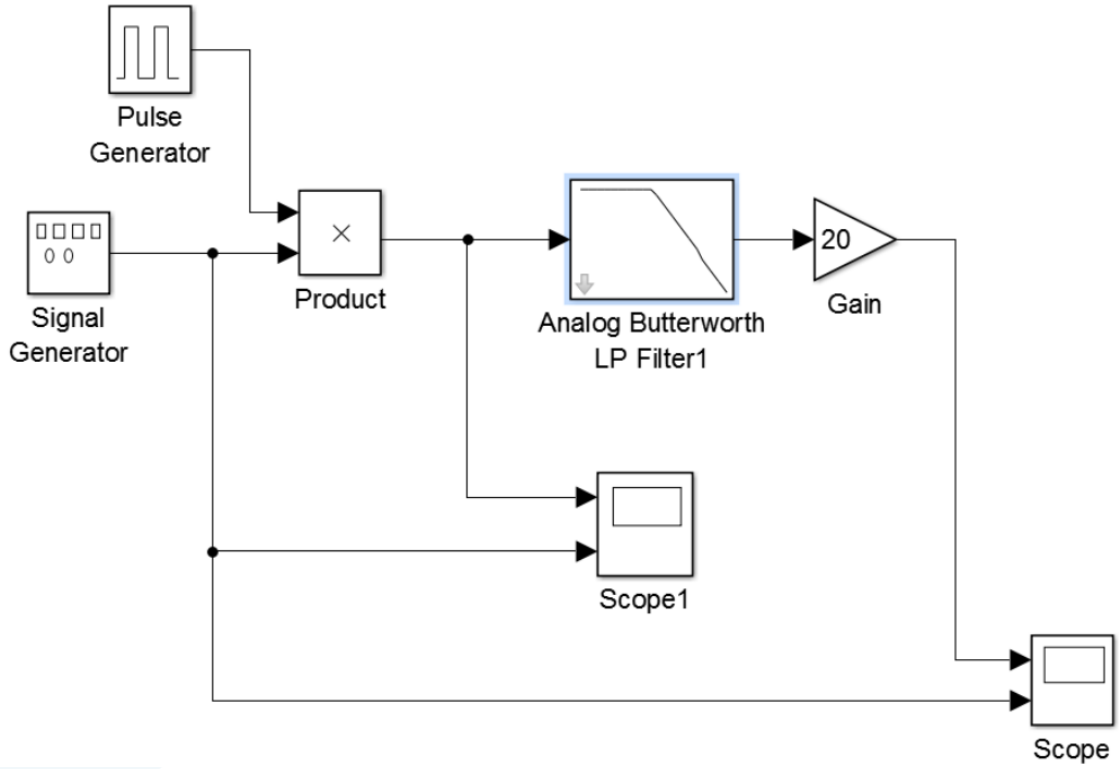
صمم النظام التالي: وفق البارامترات التالية:

التردد الجيبي هو f = 0.8 هرتز.

يجب أن يكون معدل أخذ العينات المناسب، fs، هو $fs > 2B$ = 1.6 هرتز. ولذلك، نختار fs = 5 هرتز. بالتالي اعتماد فترة قطار نبضية تبلغ Ts = 0.2.

اضبط مدة النبضة τ على 0.01، مما يؤدي إلى دورة عمل بنسبة 5% (أي τ/Ts = 0.05).

صمم المرشح ليكون مرشح بتروورث للتمرير المنخفض من الدرجة الثامنة، بتردد قطع fc = 1 هرتز (تردد أعلى من تردد الإشارة 0.8 هرتز، ولكن أقل بكثير من 5 - 0.8 = 4.2 هرتز، لذلك نتجنب التعرجات).



ملاحظة:

The gain block value is set to $1/\tau fs=Ts/\tau$= 0.2/0.01=20

OR =$1/duty\ cycle$=1/0.05= 20

ناقش النتائج في حالتين:

$Case\ 1: fs = 5 > 2B = 1.6,$

$Case\ 2: fs = 1.25 < 2B$

حلل النتائج