Prüfung:	**Informationstechnik MT 7D51**
Termin:	**Freitag, 07. Dezember 2012**
	9:00 – 10:30
Prüfer:	**Prof. J. Walter**
Hilfsmittel:	**beliebig / kein Internet / kein WLAN**

Name: ______________________________

Vorname: ______________________________

Projekt: ______________________________

Stick: ______________________________

PC: ______________________________

bitte keine rote Farbe verwenden

(nicht ausfüllen) !

Aufgabe	mögl. Punkte	erreichte Punkte
1	12	
2	10	
3	14	
4	7	
5	7	
Gesamt	50	
	Note	

Bearbeiten Sie die Aufgaben nur, falls Sie keine gesundheitlichen Beschwerden haben.

Viel Erfolg

Bemerkung:

Sie können die Vorder- und Rückseite benutztn. Es werden nur die auf den Prüfungsblättern vorhandenen oder fest mit den Prüfungsblättern verbundenen Ergebnisse gewertet.
Schreiben Sie jeweils den Ansatz und das Ergebnis auf die Blätter.
Mit Abgabe dieser Arbeit bestätigen Sie das Löschen von Maple und HPVEE „Classroom-Lizenz" auf ihrem PC.

Erstellen Sie einen Ordner: Name Matrikelnummer mit 5 Unterordnern: A1 bis A5. NUR DIE IN DIESEN ORDNERN ENTHALTENEN ERGEBNISSE WERDEN GEWERTET!

1. Gauß'sches Fehlerquadrat

Die folgende Funktion f(t):

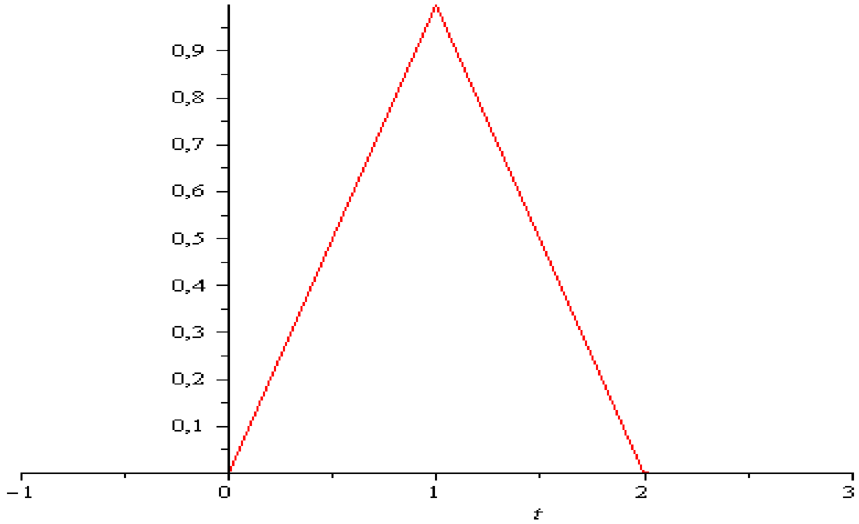


Abb.: f(t)

soll im Bereich 0 bis 2 durch die Näherungsfunktion:

$$fN = a + b \cdot \cos(\omega \cdot t) + c \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

optimal im Sinne des Gauß'schen Fehlerquadrates angenähert werden.

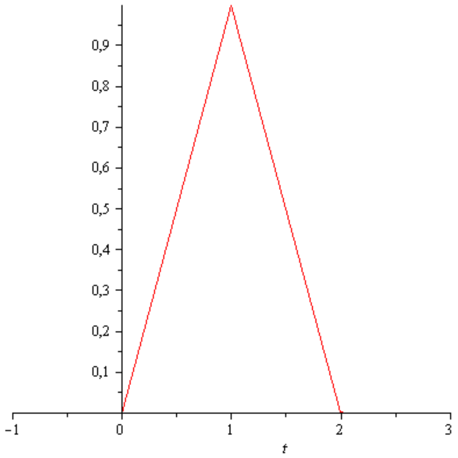
a) Bestimmen Sie die Parameter der Funktion fN.
b) Skizzieren Sie beide Funktionen.
c) Skizzieren Sie die Differenzfunktion

```
> restart;
>

> f := (t·(Heaviside(t) − Heaviside(t − 1)) + (−t
     + 2)·(Heaviside(t − 1) − Heaviside(t
     − 2)));
```

$$f := t\,(\mathrm{Heaviside}(t) - \mathrm{Heaviside}(t-1)) + (-t + 2)\,(\mathrm{Heaviside}(t-1) - \mathrm{Heaviside}(t-2))$$

```
> plot(f, t=-1..3);
```



> $fN := a + b\cdot\cos(2\cdot\pi\cdot 0.5\cdot t) + c\cdot\sin(2\cdot\pi\cdot 0.5\cdot t);$

$$fN := a + b\cos(1.0\,\pi\,t) + c\sin(1.0\,\pi\,t)$$

> $S := int((fN - f)^2, t = -0..2);$

$$S := 0.8105694691\,b + 0.6666666667 + 1.000000000\,b^2 - 2.000000000\,a + 2.000000000\,a^2 + 3.\,10^{-13}\,a\,c + 1.\,10^{-13}\,b\,c + 1.000000000\,c^2$$

> $Sa := diff(S, a);$

$$Sa := -2.000000000 + 4.000000000\,a + 3.\,10^{-13}\,c$$

> $Sb := diff(S, b);$

$$Sb := 0.8105694691 + 2.000000000\,b + 1.\,10^{-13}\,c$$

> $Sc := diff(S, c);$

$$Sc := 3.\,10^{-13}\,a + 1.\,10^{-13}\,b + 2.000000000\,c$$

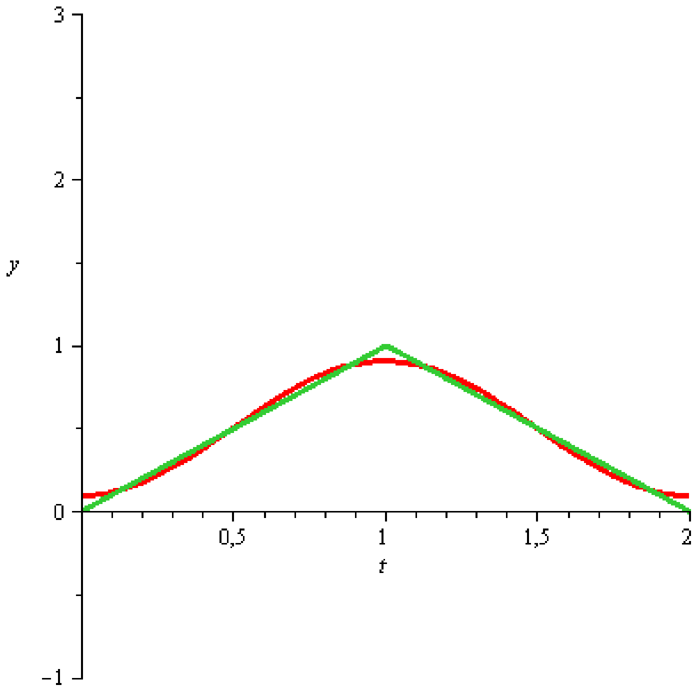
> $solve(\{Sa, Sb, Sc\}, \{a, b, c\});$

$$\{a = 0.5000000000, b = -0.4052847345, c = -5.473576327\,10^{-14}\}$$

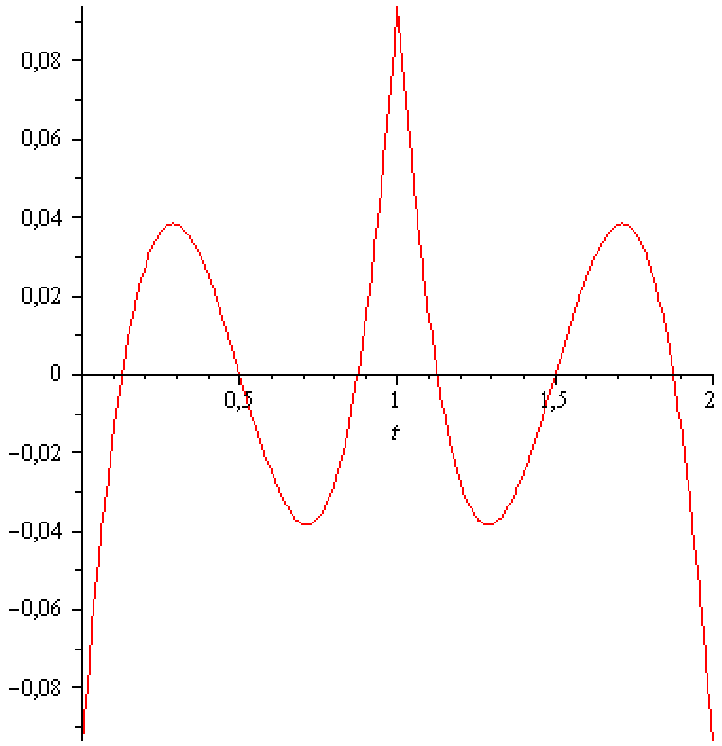
> $fN := 0.500000000 + -0.4052847346\cdot\cos(2\cdot\pi\cdot 0.5\cdot t);$

$$fN := 0.500000000 - 0.4052847346\cos(1.0\,\pi\,t)$$

> $plot([fN, f], t = 0..2, y = -1..3, thickness = 3);$



> plot(f−fN, t = 0 ..2);



2. DFT (10 Punkte)

a) Berechnen Sie mit Hilfe von **HPVEE** die DFT und die skalierte DFT der Funktion f(t) aus Aufgabe 1. Es genügen der Mittelwert und die Amplituden A_n bis zur 5. Schwingung.
b) Wie ist der Zusammenhang zu Aufgabe 1?

Lösung

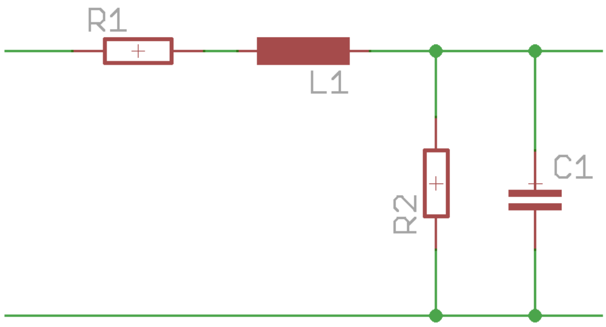
	DFT	Skalierte DFT
A_0	512	0,5
A_1	207,5	0,4053
A_2	0	0
A_3	23,06	45,03*10^-3
A_4	0	0
A_5	8,3	16,21*10^-3

b)

Die Fouriertransformierte nähert im Sinne des kleinsten Fehlerquadrates an.

3. DGL - Übertragungsfunktion - Systemantwort (14 Punkte)

Gegeben ist ein Ersatzschaltbild für ein Leitungsstück:



Schaltung mit R,L und C

a) (1P) Erstellen Sie die Übertragungsfunktion G(s)
b) (1P) Erstellen Sie die Übertragungsfunktion G_{norm} (s) für die Werte

$$R = 1; \quad L = 1; \quad C = 1$$

– Darstellung: Die höchste Potenz im Nenner hat den Faktor 1.

(10P) Bestimmen Sie die Antwort y(t) des Systems G_2 (s) auf die Eingangsfunktion: f(t) für eine Periode.

Hinweis: Schreiben Sie den Ansatz für Maple auf. Als Ergebnis genügt die Skizze. Das Ergebnis ist etwas umfangreicher. Skizzieren Sie die Eingangsfunktion.

c) (2P) Skizzieren Sie Eingangsfunktion und die Antwort für t=0 bis t=10.

Lösung Aufgabe

```
> restart;
> f := (t·(Heaviside(t) − Heaviside(t − 1)) + (-t + 2)·(Heaviside(t − 1) − Heaviside(t − 2)));
```

$$f := t\,(\mathrm{Heaviside}(t) - \mathrm{Heaviside}(t-1)) + (-t + 2)\,(\mathrm{Heaviside}(t-1) - \mathrm{Heaviside}(t-2))$$

> $G := \dfrac{\dfrac{\dfrac{R2\cdot 1}{s\cdot C}}{R2+\dfrac{1}{s\cdot C}}}{R1+s\cdot L+\dfrac{\dfrac{R2\cdot 1}{s\cdot C}}{R2+\dfrac{1}{s\cdot C}}}$;

$$G := R2 \Bigg/ \left(s\,C\left(R2+\frac{1}{s\,C}\right)\left(R1+s\,L+\frac{R2}{s\,C\left(R2+\frac{1}{s\,C}\right)}\right)\right)$$

>

> $Gnorm := subs(R1=1,\ R2=1,\ C=1,\ L=1,\ G)$;

$$Gnorm := \frac{1}{s\left(1+\frac{1}{s}\right)\left(1+s+\frac{1}{s\left(1+\frac{1}{s}\right)}\right)}$$

> $simplify(Gnorm)$;

$$\frac{1}{2\,s+2+s^2}$$

> $with(inttrans)$;

$$[addtable, fourier, fouriercos, fouriersin, hankel, hilbert, invfourier, invhilbert, invlaplace, invmellin, laplace, mellin, savetable]$$

> $X := laplace(f,\ t,\ s)$;

$$X := \frac{1-2\,e^{-s}+e^{-2\,s}}{s^2}$$

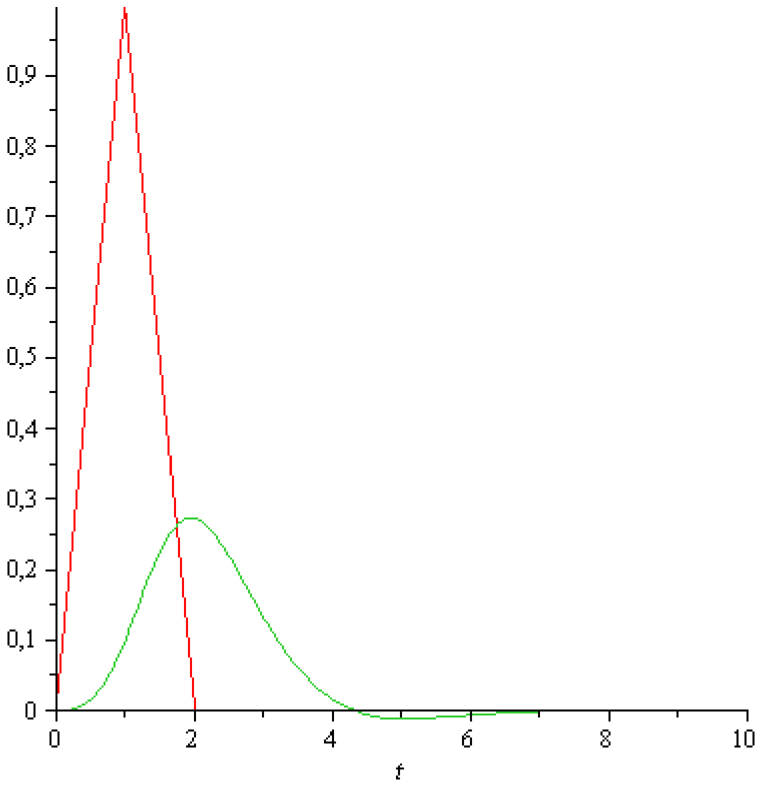
> $Y := Gnorm\cdot X$;

$$Y := \frac{1-2\,e^{-s}+e^{-2\,s}}{s^3\left(1+\frac{1}{s}\right)\left(1+s+\frac{1}{s\left(1+\frac{1}{s}\right)}\right)}$$

> $y := invlaplace(Y,\ s,\ t)$;

$$y := -\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\,e^{-t}\cos(t)+\frac{1}{2}\,t+\frac{1}{2}\,\mathrm{Heaviside}(t-2)\left(-3+e^{-t+2}\cos(t-2)+t\right)-\mathrm{Heaviside}(t-1)\left(-2+e^{-t+1}\cos(t-1)+t\right)$$

> $plot(y,\ t=0..10)$;


0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
0
2
4
6
8
10
t

>

4 Numerische Verarbeitung digitaler Signale

Die mit einem Beschleunigungsmesser gemessenen Werte liegen in der Datei: „2012-11-26_Auswertung-Beschleunigungssensor-Zwischenpräsentation.xls“ vor.

Zur Analyse werden die ersten 200 Werte mit folgender Formel geglättet:

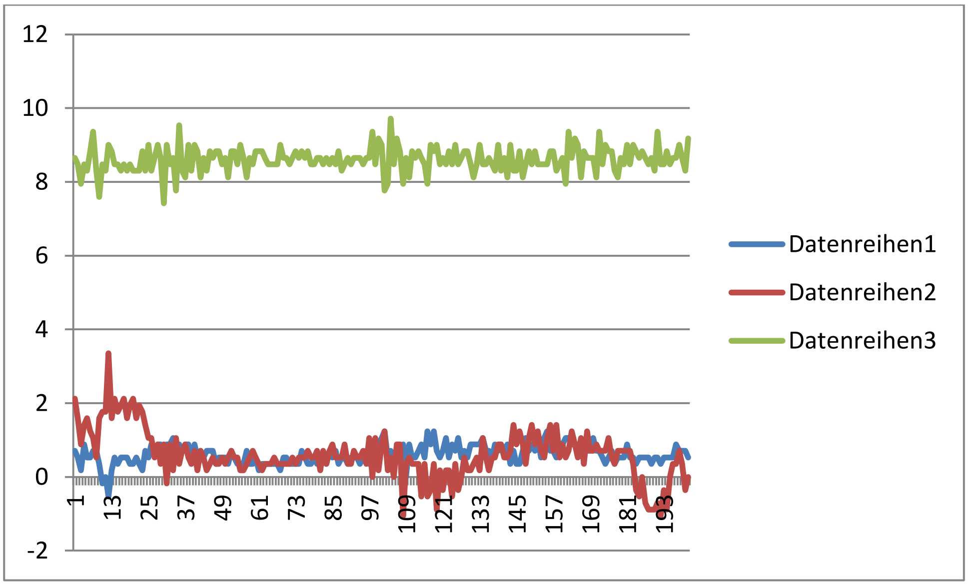
$$y_n = -\frac{1}{10}x_{n+3} + \frac{3{,}5}{10}x_{n+1} + \frac{1}{2}x_n + \frac{3{,}5}{10}x_{n-1} - \frac{1}{10}x_{n-3}$$

a. Erstellen Sie ein Diagramm mit den Ursprungswerten und den geglätteten Werten und speichern Sie dieses als *.pdf oder als *.jpg ab.

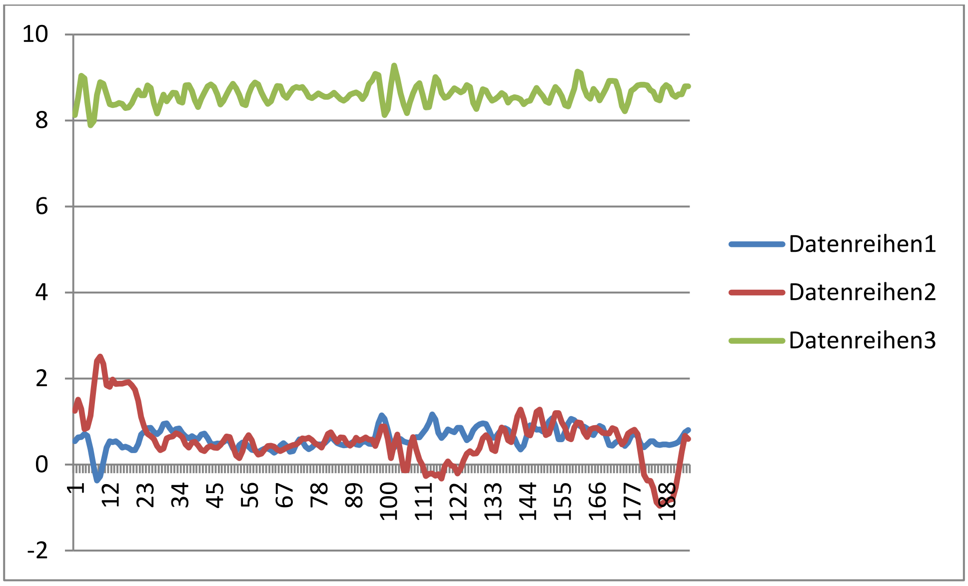
b. Differenzieren Sie die geglätteten Kurven und speichern Sie diese *.pdf oder *.jpg.

c. Ermitteln Sie folgende Kennwerte aus den drei geglätteten Datenreihen:

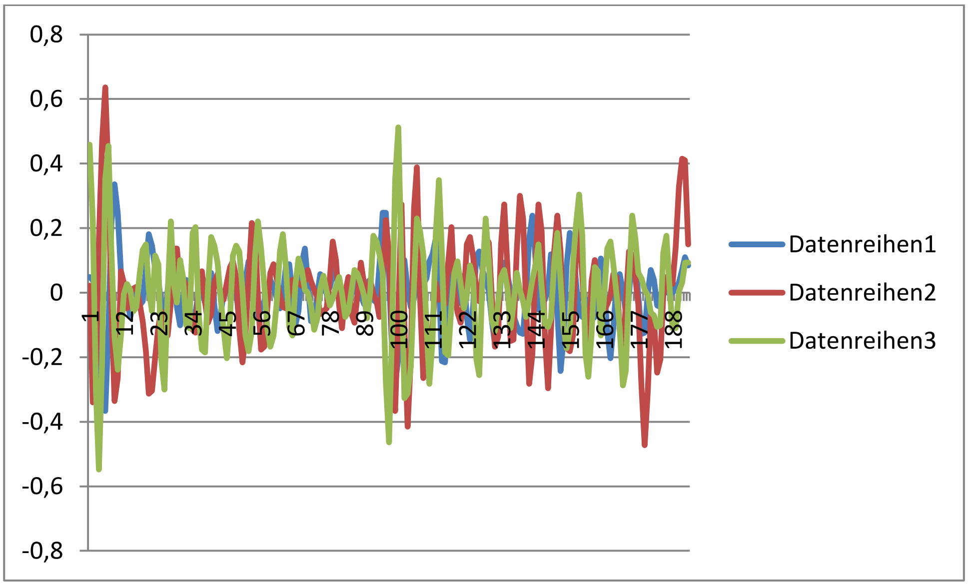
Messrichtung	Mittelwert	Standard-abweichung	Effektivwert
X	0,608	0,588	8,565
Y	0,227	0,577	0,622
Z	0,649	0,824	8,588



Lösung a: Ursprungswerte



Lösung a: Geglättete Werte



Differenzierte geglättete Werte

und nach Kürzung und Radizierung

$$U_{\text{eff}} = U_{-} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_{t_0}^{t_0+T} u^2(t)\mathrm{d}t} = \sqrt{\overline{u^2(t)}}$$

Die letzte Schreibweise verdeutlicht die Merkregel, die in der englischen Bezeichnung „root mean square" steckt: Wurzel aus dem Mittelwert des Quadrats.

Entsprechende Gleichungen gelten für den Effektivwert der Stromstärke und verallgemeinernd bei jedem anderen periodischen oder statistischen Signal.

Lässt sich der Verlauf des Signals *u* (*t*) nicht als Funktion angeben, kann man zur Berechnung des Effektivwertes ein Näherungsverfahren mit abgetasteten Augenblickswerten anwenden. Mit in der Zeit *T* erfassten *n* Werten, so dass $T = \sum_{i=1}^{n} \Delta t_i$ wird, erhält man

$$U_{\text{eff}} \approx \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n} x_i^2 \Delta t_i} = \sqrt{\frac{1}{T}\left(x_1^2\Delta t_1 + x_2^2\Delta t_2 + x_3^2\Delta t_3 \cdots + x_n^2\Delta t_n\right)}$$

wobei x_i Abtast- bzw. Momentanwerte sind, die in den Abständen Δt_i während einer Periode T abgelesen werden.

Bei konstanten Abständen Δt vereinfacht sich das zu $T = n \cdot \Delta t$ und

$$U_{\text{eff}} \approx \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i^2} = \sqrt{\frac{1}{n}\left(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 \cdots + x_n^2\right)}$$

Quelle Wiki:

=WURZEL(QUADRATESUMME(H2:H202)/ANZAHL(H2:H202))

5 Fragen zum Labor

a) Welche Sensorsignale (inkl. aller Achsen) werden bei E-Volo erfasst?

3 x Beschleunigung
3 x Magnetometer
3 x Gyrometer
Barometer
Motortemperatur
Motordrehzahl
Motorstrom
Temperatur
GPS