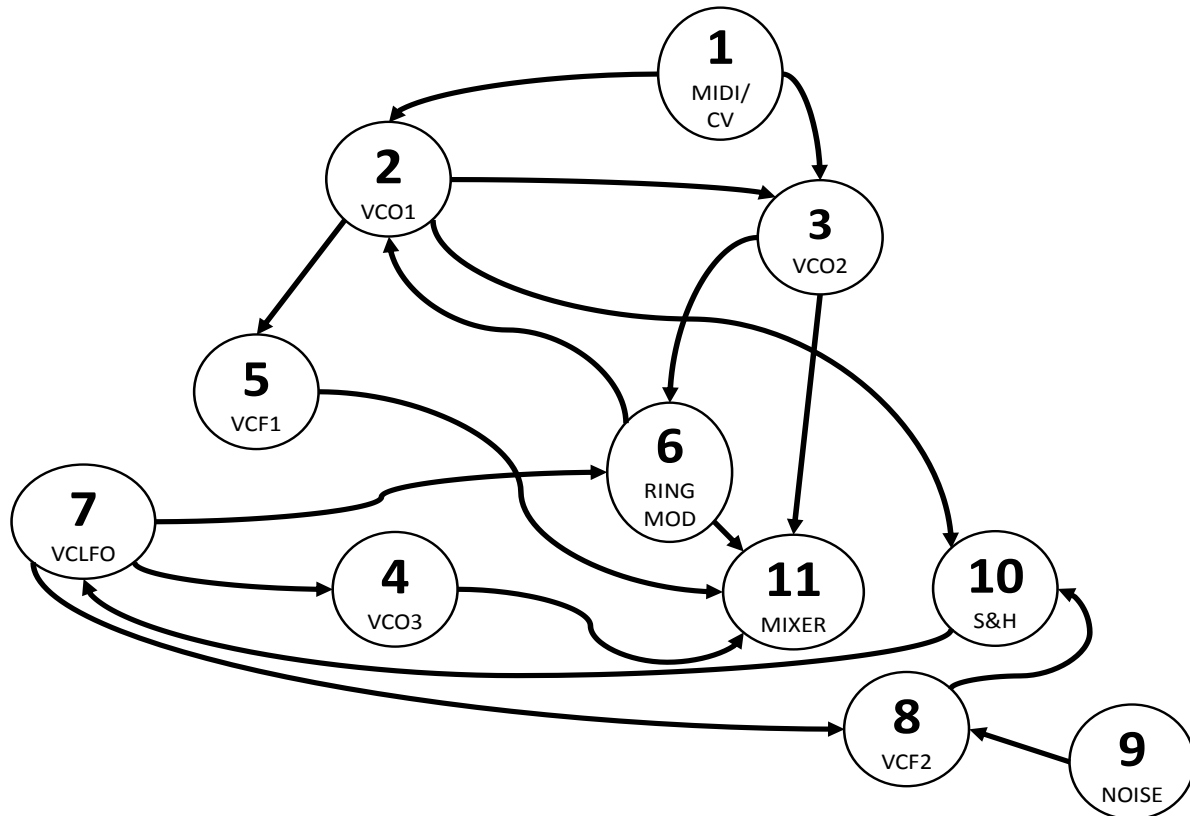


Aufgabe 1(UE/TR) +++

Synthesizer

a)



b) Die zugehörige Adjazenzmatrix lautet:

$$A_{\text{synth}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

c) Vorausgesetzt wird, dass die Adjazenzmatrix A ausschließlich Nullen oder Einsen als Einträge besitzt. Die Berechnungsvorschrift für die reflexive Transitive Hülle lautet

$$A^* = I \cup A \cup A^2 \cup A^3 \cup \dots \cup A^n,$$

wobei n der Dimension der quadratischen Matrix A entspricht. Per Definition ist $A^n := A \odot A^{n-1}$, hierzu kann man bspw. zunächst das „herkömmliche Matrizenprodukt“ berechnen und anschließend mithilfe der $\min()$ -Funktion

diejenigen Zellen der Matrix, die möglicherweise Werte größer 1 aufweisen, wieder auf 1 normieren:

$$A^n = \min \left((A \cdot A^{n-1}), \begin{bmatrix} 1 & \dots & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} \right)$$

Die „zellenweise“ Vereinigung (ODER-Operator) der einzelnen Potenzen von A geschieht dann vorzugsweise mithilfe der `max()`-Funktion.

Im Zusammenhang ergibt sich damit folgender Code:

```
function [ A_stern ] = rTH( A )
%rTH gibt die reflexive Transitive Hülle A_stern einer %Adjazenz-
matrix A zurück
n = size(A);
A_stern = eye(n);
for k = 2 : n
    A_stern = max(A_stern, (min(ones(n), A*A_stern)));
end
end
```

- d) Starker Zusammenhang zwischen den Knoten i und j liegt dann vor, wenn es sowohl einen (beliebig langen) Pfad von i nach j als auch einen (beliebig langen) Pfad von j nach i gibt, das heißt die dazugehörige reflexive Transitive Hülle A^* muss sowohl in der Zelle (i,j) als auch in der Zelle (j,i) den Eintrag „1“ (bzw. bei gewichteten Kanten eine beliebige Zahl ungleich 0) besitzen.

Gibt es keine stark zusammenhängenden Knoten in G , so bedeutet dies, dass $A^* \cap (A^*)^T = I_n$ gelten muss (I_n = Einheitsmatrix mit Dimension n).

Eine mögliche Umsetzung in MATLAB lautet:

```
function [ x ] = isStarkZusammenhaengend( A )
%ermittelt, ob es stark zusammenhängende Knoten in A gibt
A_stern = rTH(A);
n = size(A);
x = not( isequal( (min(A_stern, A_stern')) , eye(n)) );
end
```

- e) Die grundlegende (zyklische) Vorgehensweise bei der Bildung der Adjazenzmatrix der Kondensation eines Graphen lautet in Pseudocode:

```
while zwei Knoten i und j gehören zu einer gemeinsamen starken
Komponente
do
    Für jeden anderen Knoten k: die von k nach j zeigende Kante
    (k,j) zeigt nun nach i, d.h. (k,j) wird zu (k,i);
    Für jeden anderen Knoten k: die von j nach k zeigende Kante
    (j,k) entspringt nun in i, d.h. (j,k) wird zu (i,k);
    Lösche den (nun isolierten) Knoten j;
end_while
```

Die Abbruchbedingung der Schleife kann bequem mithilfe von `isStarkZusammenhaengend(A)` überprüft werden.

Falls es stark zusammenhängende Knoten i und j gibt, dann besitzt die symmetrische Matrix $A_{\text{beidseitig}}^* = A^* \cap (A^*)^T$ außer auf der Hauptdiagonalen auch noch in Zelle (i,j) sowie in Zelle (j,i) Einträge ungleich „0“. Aufgrund der Symmetrie von $A_{\text{beidseitig}}^*$ reicht es o.B.d.A. aus, das rechte obere Dreieck auf solche Einträge zu untersuchen:

```
while (A_stern_beidseitig(i,j) == 0);
    if (j==n)
        i = i+1;
        j = i+1;
    else
        j = j+1;
    end
end
```

Sobald ein Knotenpaar (i,j) mit dem Eintrag „1“ gefunden wurde, bricht die Schleife ab.

Nun werden alle Kanten, die in i oder j münden, dem Knoten i zugeschlagen. Ebenso werden alle Kanten, die von i oder j ausgehen, dem Knoten i zugeschlagen:

```
A(i,:) = max(A(i,:) , A(j,:));
A(:,i) = max(A(:,i) , A(:,j));
```

Damit sind die Knoten i und j zu einem einzigen Knoten verschmolzen. Knoten j kann nun noch aus der Adjazenzmatrix entfernt werden, indem die j -te Spalte sowie die j -te Zeile gelöscht wird:

```
A(j,:) = [];
A(:,j) = [];
```

Im Zusammenhang ergibt sich damit folgender Code:

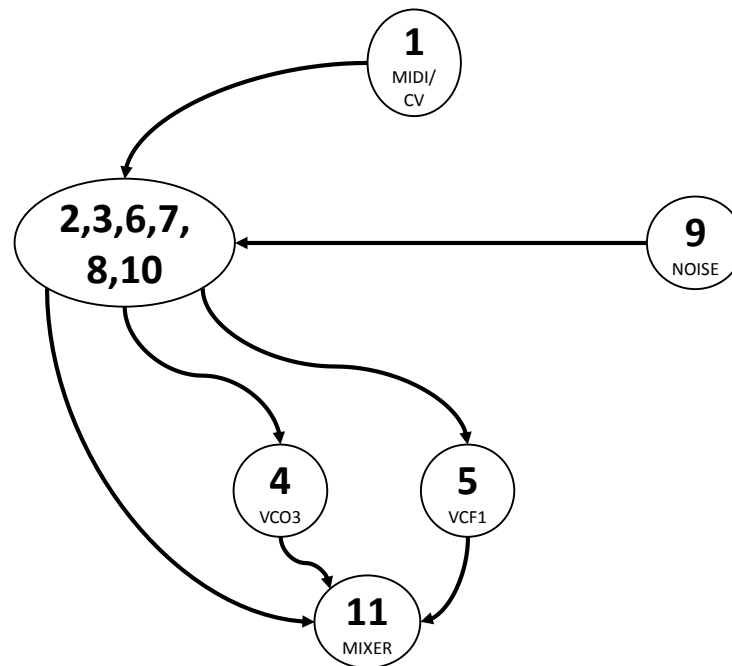
```
function [ AK ] = Kondensation( A )
%Gibt die Adjazenzmatrix AK der Kondensation eines Graphen mit
%Adjazenzmatrix A zurueck
while isStarkZusammenhaengend(A)
    A_stern = rTH(A);
    A_stern_beidseitig = min(A_stern, A_stern');
    n = size(A);
    i = 1;
    j = 2;
    while (A_stern_beidseitig(i,j) == 0);
        if (j==n)
            i = i+1;
            j = i+1;
        else
            j = j+1;
        end
    end
    A(i,:) = max(A(i,:) , A(j,:));
    A(:,i) = max(A(:,i) , A(:,j));
    A(j,:) = [];
    A(:,j) = [];
end
%Entfernung von mögl. Einsen auf der Hauptdiagonalen
```

```
AK = min(A, (ones(size(A))-eye(size(A))));
end
```

f)

$$A_{synth}^* = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Wie aus der Adjazenzmatrix ersichtlich ist, sind die Knoten 2,3,6,7,8 und 10 stark zusammenhängend. Alle übrigen Knoten bilden jeweils für sich ein stark zusammenhängendes Teilsystem:



Die dazugehörige Adjazenzmatrix lautet:

$$A_{synth}^K = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

- g) G_{synth} besitzt stark zusammenhängende Knoten, das heißt es gibt Klangerzeuger in der Schaltung, deren Ausgänge Rückwirkungen auf den eigenen Zustand haben. Dies kann tendentiell in Resonanzerscheinungen und/ oder nichtlinearen („unharmonischen“) Oberwellen resultieren. Insbesondere erzeugt VCO3 Töne, die nicht in linearem Zusammenhang mit der momentan gedrückten Taste des Keyboards stehen. Der Ringmodulator produziert „Multiplikationen“ aus einer Dreieckschwingung im Audibereich und einer Dreieckschwingung zwischen 0 und 2 kHz. Dies führt zu nichtlinearen Oberwellen, die tendenziell als „metallisch/ industrial-artig/ geräuschhaft“ (und eher selten als „weihnachtlich“) beschrieben werden - und dieses Signal wiederum moduliert seinerseits die Tonhöhe von VCO1.

In graphentheoretische Sprache abstrahiert könnte man sagen: Der Graph einer solchen Verschaltung sollte zwar grundsätzlich (schwach) zusammenhängend sein (denn ansonsten gäbe es Klangerzeuger, die keine Wirkung auf das Ausgangssignal haben), sollte aber auch keine stark zusammenhängenden Knoten aufweisen – denn dies ist ein Zeichen für rückgekoppelte Klangerzeuger, die bei ungünstigen Signalverläufen zur Selbstoszillation neigen.

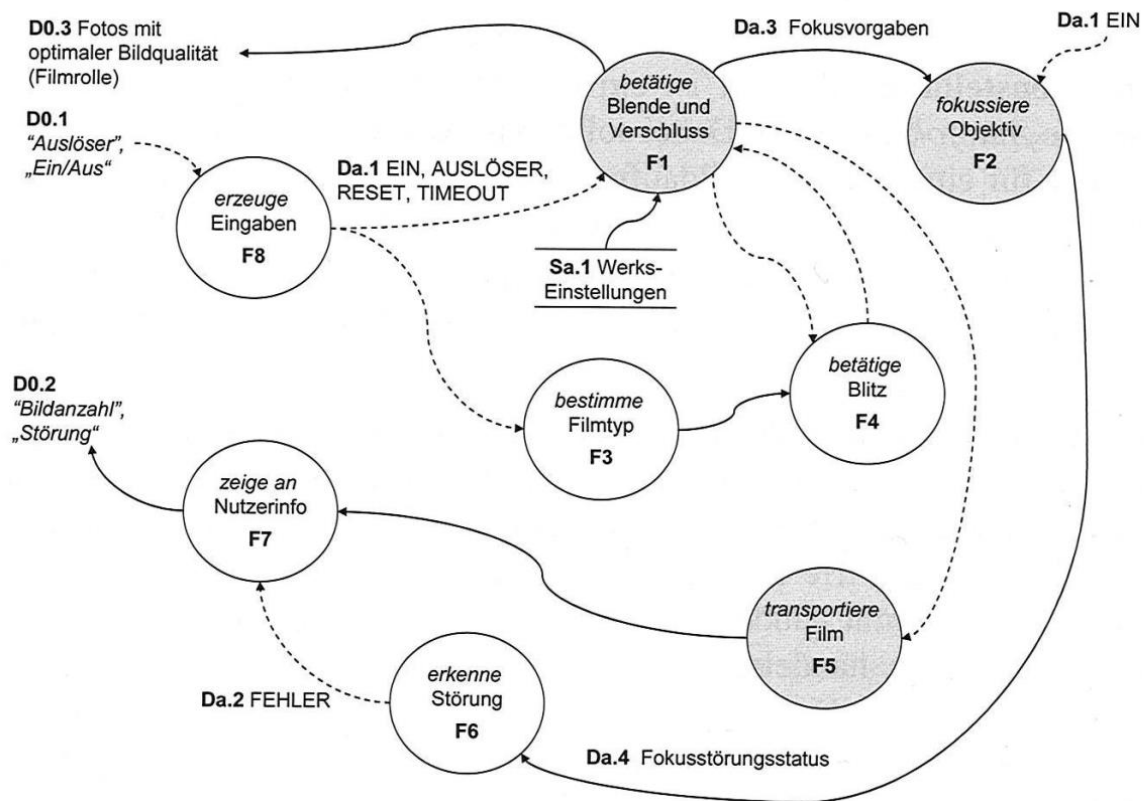
Aufgabe 3 (TR) ++++ Strukturierte Analyse

a)

b) Analoge Autofokuskamera:

Abgrenzen	analoge Kamera, keine Digitalkamera, keine Spiegelreflexkamera
Dekomposition	Objektiv und Linse, Belichtungsmesser, Verschluss
Hierarchisierung	Auslöser-> Objektiv, Belichtungsmesser
Datenflüsse	Auslösesignal, Fehlersignal, Statussignal, Stellinformation
Architektur festlegen	Kamerasteuerung, Motorsteuerung, Akku

c) Beispielmöglichkeit eines Datenflussdiagramm für eine analoge Autofokuskamera:



Beispielmöglichkeit eines Datenlexikon:

Ebene	Datenfluss	Typ	Beschreibung
0	D0.1 Minimaler Bedieneingriff	C	Bedienhandlung durch Nutzer
	D0.2 Minimale Betriebsrückmeldung	D	Rückmeldung an Nutzer
	D0.3 Fotos mit optimaler Bildqualität	D	Ausgabe: belichtete und lichtgeschützt aufgerollte Filmroll
a	Da.1 EIN, AUSLÖSER, RESET, TIMEOUT	C	interne Steuersignale
	Da.2 FEHLER	C	internes Steuersignal
	Da.3 Fokusvorgaben	D	Betriebsvorgaben, Standardeinstellung durch Werk
b	Db.2.1 Stellinformation	D	berechnetes Stellsignal
	Db.2.2 Drehmoment	D	Drehmoment am Objektiv
	Db.2.3 Fokallänge	D	physikalische Fokallänge
	Db.2.4 Messinformation	D	gemessene Fokallänge
	Db.2.5 Hilfsenergie	D	Hilfsenergie für Messung

Quelle: Janschek: Systementwurf mechatronischer Systeme