

Der Einsatz von hybriden Petri-Netzen für den Entwurf gemischt analog-digitaler Systeme

Thorsten Hummel
Technische Universität Ilmenau
Institut für Theoretische und Technische Informatik
Fachgebiet Rechnerarchitekturen
e-mail: thummel@theoinf.tu-ilmenau.de

Gliederung

1. Motivation
2. Hybride Petri-Netze
3. Anwendungsbeispiel
4. Zusammenfassung / Ausblick

Motivation

- Eingebettete Systeme
 - Komplexe Hard- und Softwaresysteme
 - Enthalten häufig Elemente, die unterschiedlichen Zeit- und Signalvorstellungen entsprechen
 - ➔ Heterogene oder hybride Systeme
 - Beschreibung durch unterschiedliche Formalismen
 - ◆ analog: kontinuierliches Zeitmodell
 - ◆ digital: diskrete Ablaufschritte

- Einheitliches Beschreibungsmittel für unterschiedliche Zeit- und Signalvorstellungen
 - ➔ Hybride Petri-Netze

Hybride Petri-Netze

- Basierend auf den durch David und Alla eingeführten kontinuierlichen Petri-Netzen
 - Marken werden nicht ganzzahlig interpretiert, sondern in eine theoretisch unendliche Menge von Markenbruchstücken zerlegt
 - Den kontinuierlichen Transitionen wird anstelle der Schaltzeit eine Feuergeschwindigkeit zugeordnet
- Kombination klassischer diskreter S/T-Netze mit kontinuierlichen Petri-Netzen
- Spezielle Hybride Petri-Netz-Klasse (Drath, TU Ilmenau)

Hybride Dynamische Netze (HDN)

$\text{HDN} = (P, T, F, P_T, T_T, F_T, E) \rightarrow \text{Hybrides Dynamisches Netz}$

(1) $P, T, F \rightarrow$ endliche Mengen mit

$$P \cap T = \emptyset, P \cup T \neq \emptyset$$

(2) $P_T \quad P_D \rightarrow$ diskrete Plätze

$P_K \rightarrow$ kontinuierliche Plätze

$$P_D \cap P_K = \emptyset$$

(3) $T_T \quad T_D \rightarrow$ diskrete Transitionen

$T_K \rightarrow$ kontinuierliche Transitionen

$$T_D \cap T_K = \emptyset$$

(2) $F_T : F = K_{SEK} \cup K_{SAK} \cup K_{TEK} \cup K_{IEK}$

$$\text{mit } K_{SEK} \cap K_{SAK} \cap K_{TEK} \cap K_{IEK} = \emptyset$$

Hybride Dynamische Netze (HDN)

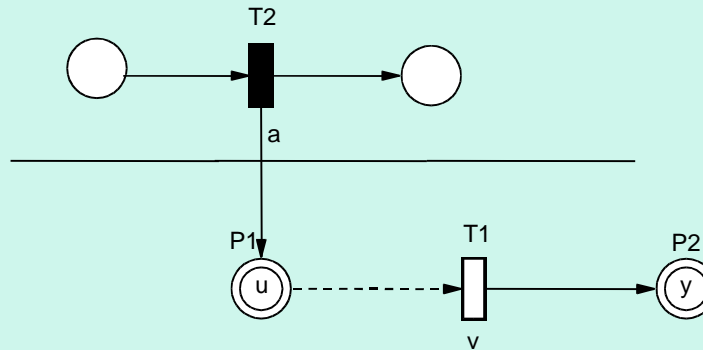
$E = (C, RE, PR, z, M, M_0, G, T_M, V, NA) \rightarrow$ Netzerweiterungen

- (1) C : Kapazität der diskreten Plätze P_D
- (2) PR : Priorität einer diskreten Transition T_D
- (3) z : Zeit als globale Variable des Gesamtsystems
- (4) M : Markierung zum Zeitpunkt z
- (5) M_0 : Anfangsmarkierung
 - $P_D \rightarrow N^+$
 - $P_K \rightarrow R$ (negative Markierung möglich)
- (6) G : Funktion einer gewichteten Kante
- (7) T_M : einer diskreten Transition zugeordnete Zeit relativ zur globalen Zeit z
- (8) V : einer kontinuierlichen Transition zugeordnete Geschwindigkeitsfunktion $f(z, M)$

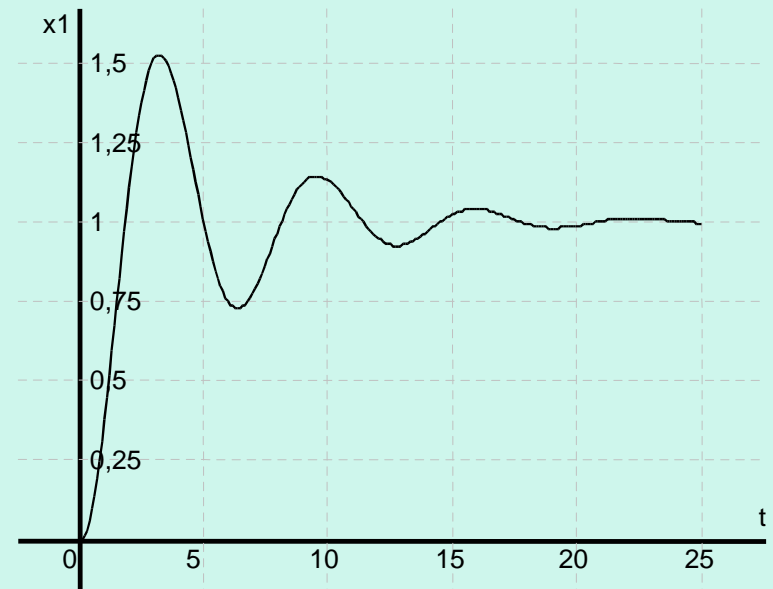
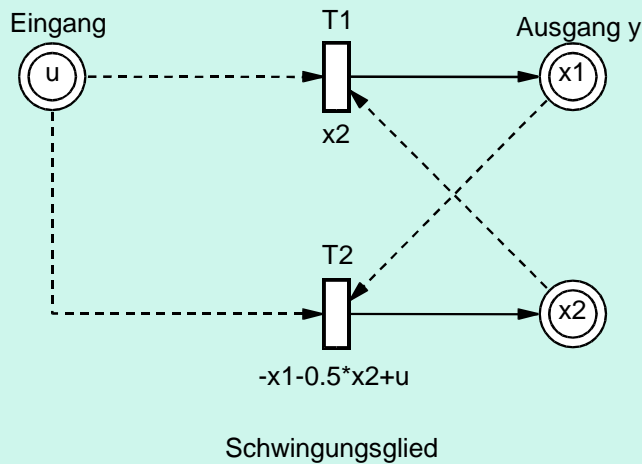
Modellierungstool – Visual Object Net ++

- Objektorientiertes Werkzeug zur Modellierung, Visualisierung und Simulation von HDN
- Modellierung hybrider Systeme unter objektorientierten Gesichtspunkten
 - Modellierung von Teilsystemen und Abstraktion in Klassen
 - Hierarchische Beschreibung
 - Modellierung mit Hilfe von in einer Klassenbibliothek abgelegten Objekten

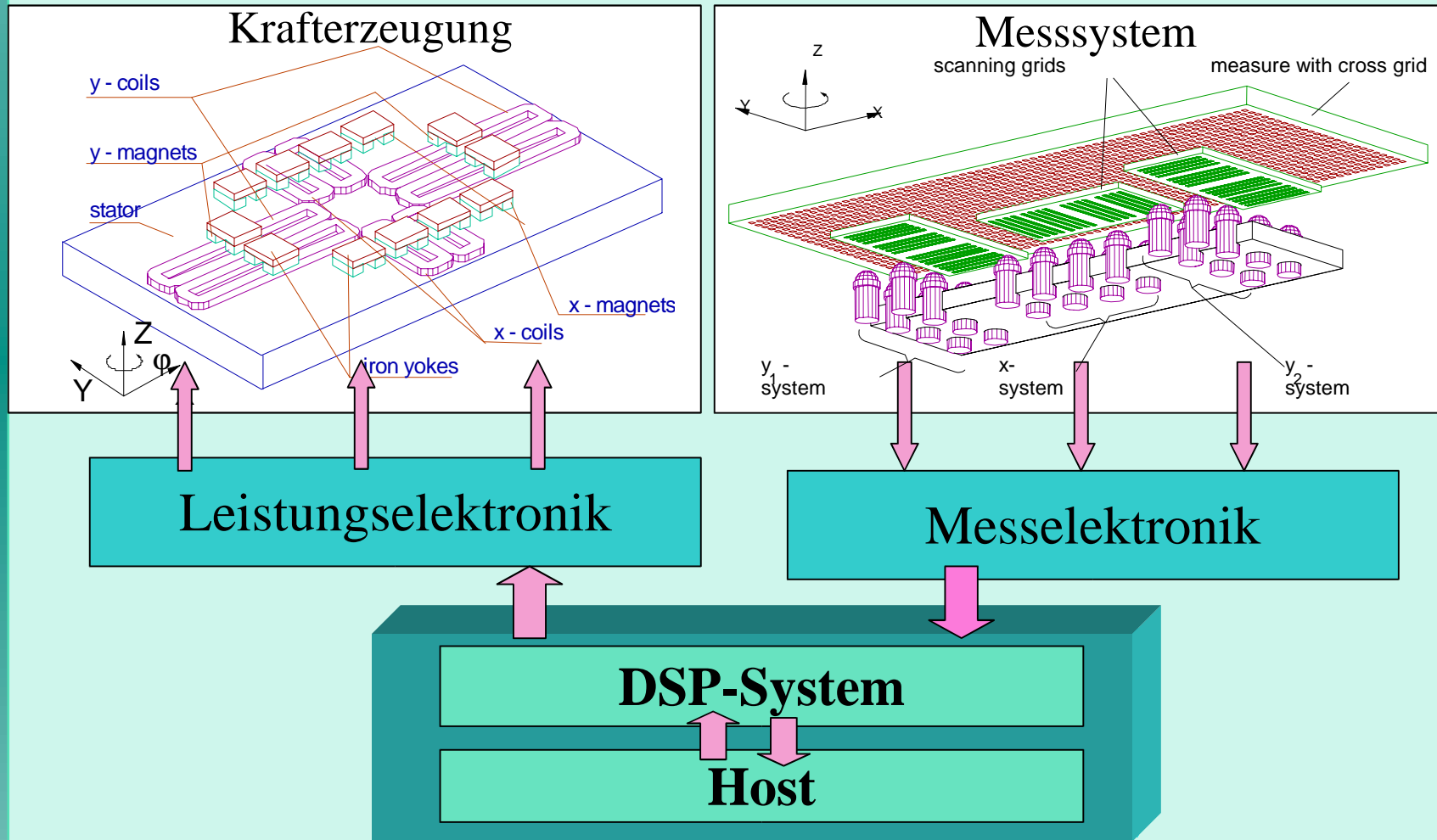
Modellierungstool – Visual Object Net ++



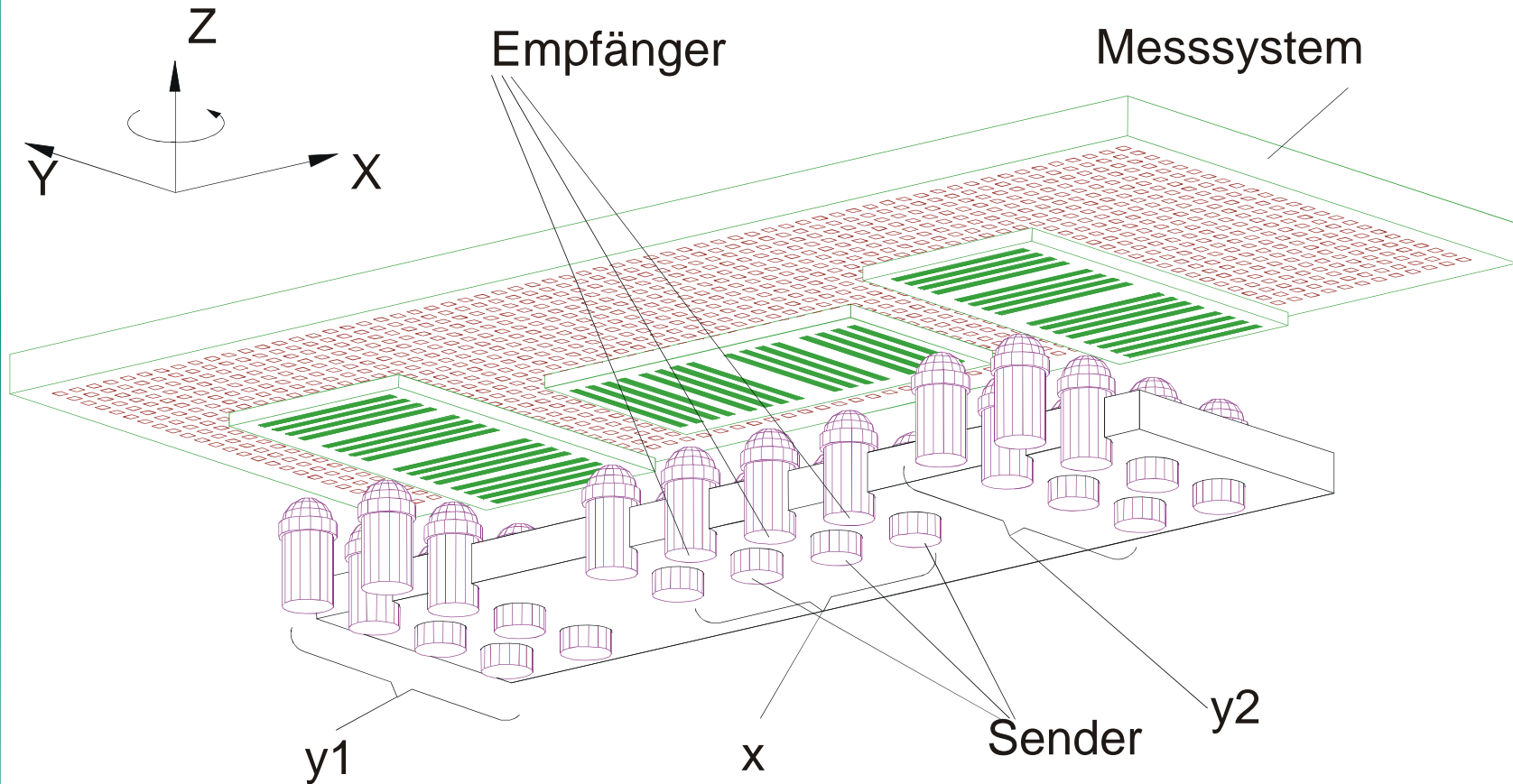
Ereignisdiskrete Generierung von Sprüngen
einer kontinuierlichen Prozessgröße



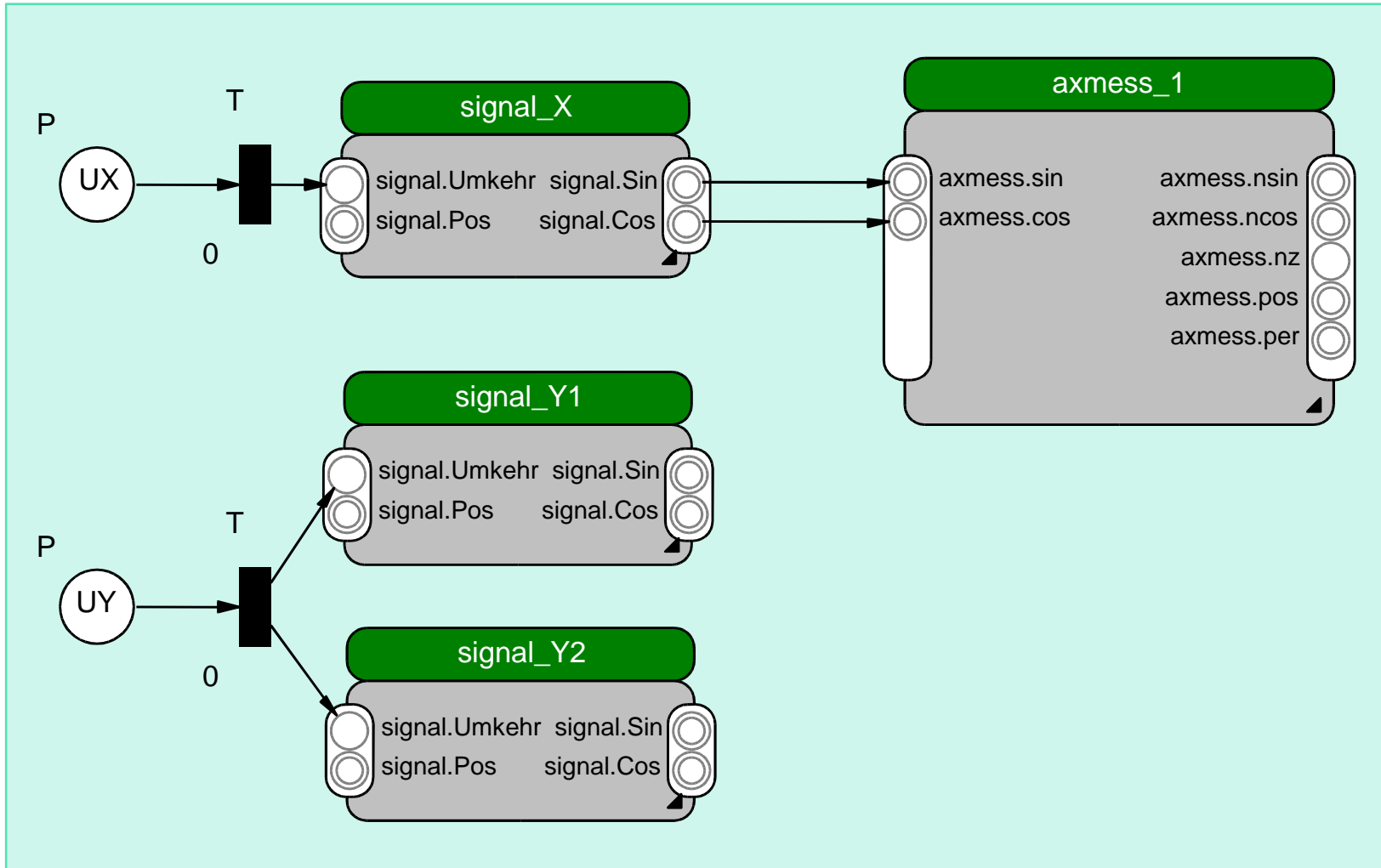
Anwendungsfeld → Mehrkoordinatenantriebe



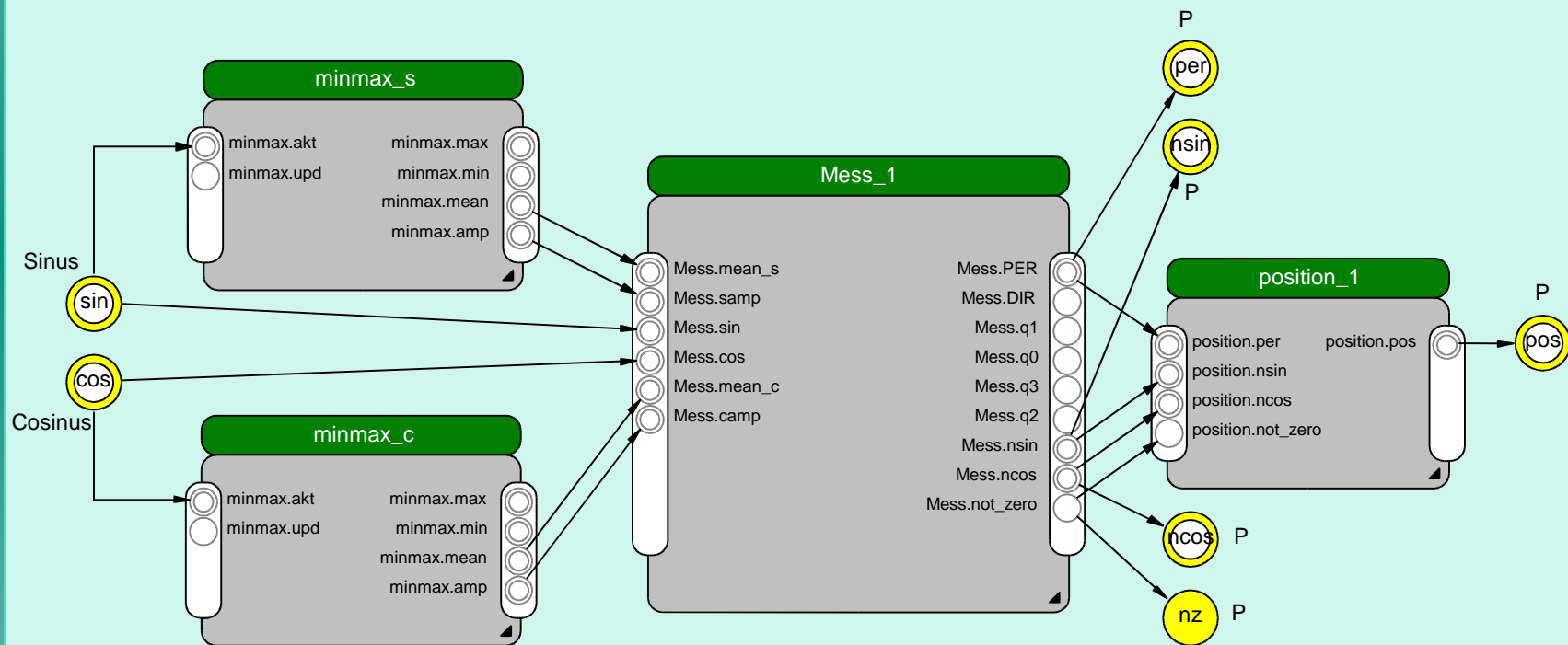
Mehrkoordinatenmesssystem



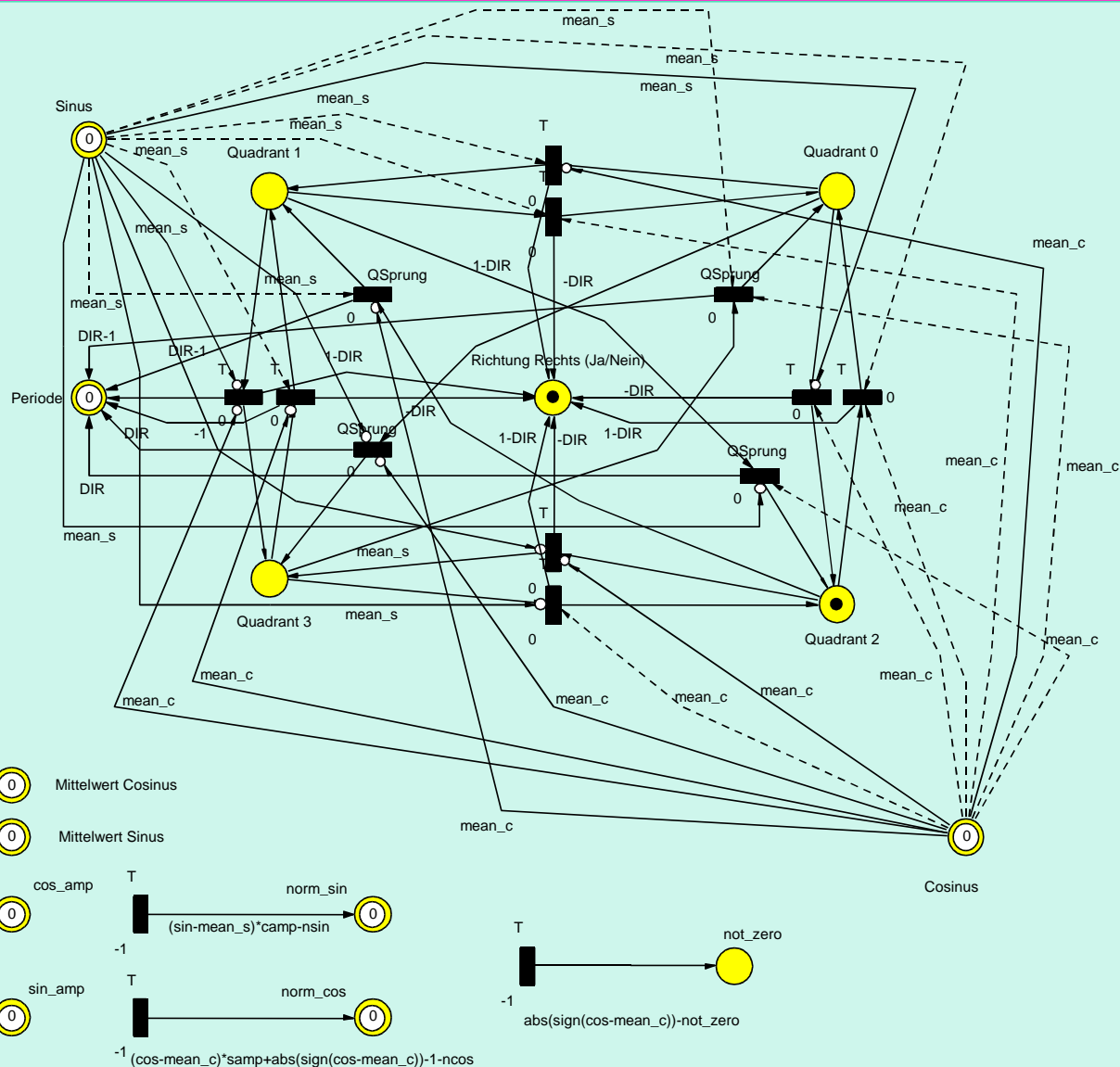
Mehrkoordinatenmesssystem – Ausschnitt



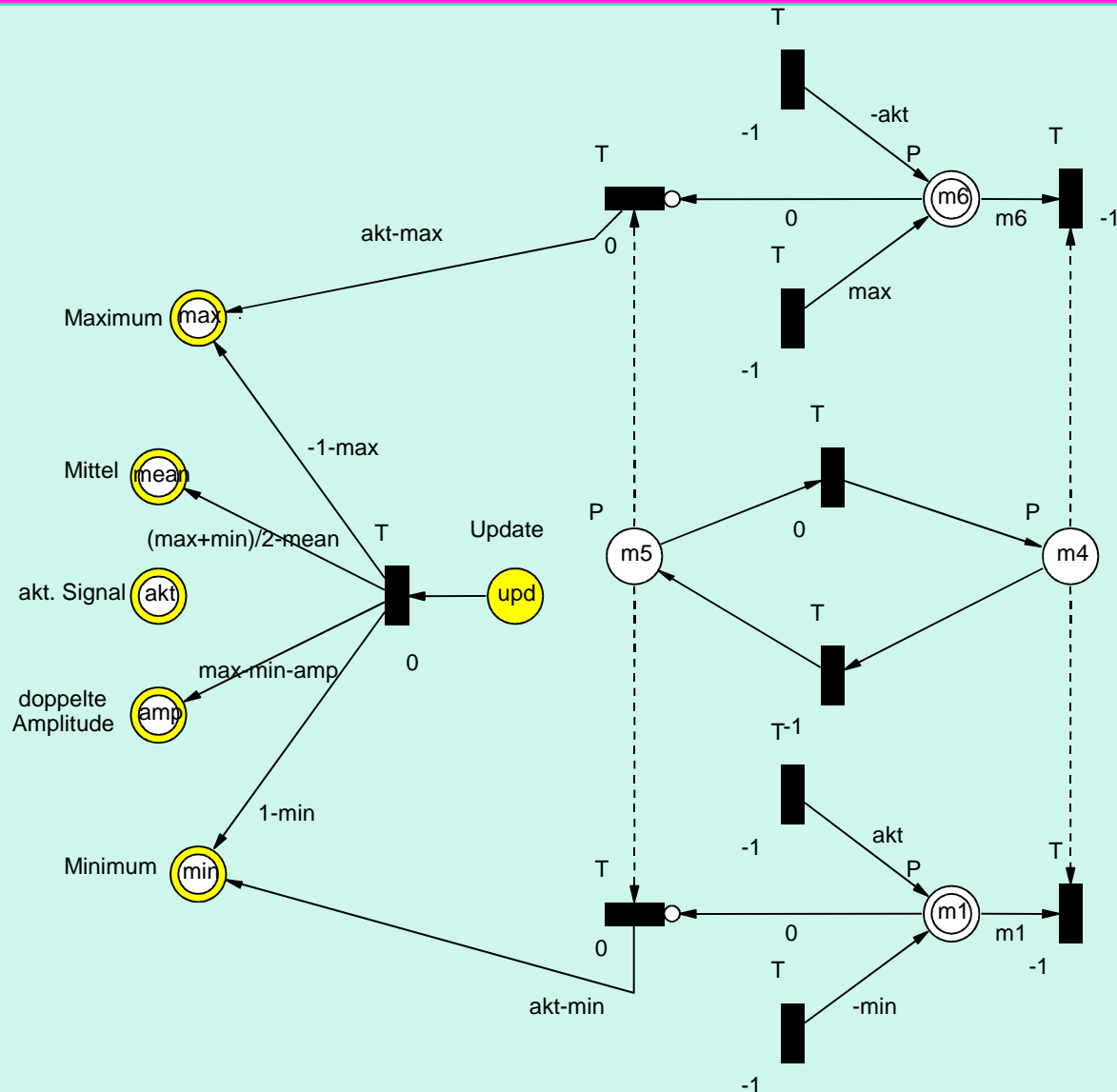
Mehrkoordinatenmesssystem – Ausschnitt



Komponente – Messung



Komponente – Minmax



Zusammenfassung – Ausblick

- Hybride Petri-Netze ermöglichen eine einheitliche Modellierung von heterogenen Systemen
- Der objektorientierte Ansatz der verwendeten Netzklasse erlaubt die übersichtliche Modellierung auch größerer hybrider Systeme
- zukünftige Aufgaben:
 - Erweiterung und Vervollständigung des Modells
 - Einbindung in den gesamten Entwurfsprozess
 - Überführung in HDL-Notation (VHDL-AMS)