



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 01175

(22) Data de depozit: 28/12/2017

(41) Data publicării cererii:
28/06/2019 BOPI nr. 6/2019

(71) Solicitant:
• SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT,
WERNER-VON- SIEMENS- STRASSE 1,
MUNCHEN, DE;
• SIEMENS S.R.L., STR. PRECIZIEI NR.24,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• MANGELS TATIANA,
KRUMPENHOFWEG 4, MUNCHEN, DE;

• PUIU DAN, STR. ALBATROSULUI NR. 9,
AP. 8, BRAȘOV, BV, RO;
• ROSHCIN MIKHAIL,
FRITZ-MEYER-WEG 42, MUNCHEN, DE;
• ȘTEFAN IOANA, ALEEA CIOPLEA NR.11,
BRAȘOV, BV, RO;
• FISHKIN ALEXEY, FROBENIUSWEG 4,
81827, MUNCHEN, DE

(74) Mandatar:
ROMINVENT S.A.,
STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,
SECTOR 1, BUCUREȘTI

(54) MOTOR DE PROCESARE A SEMNALELOR
ȘI EVENIMENTELOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un motor de procesare a semnalelor și evenimentelor, care poate fi instalat și executat pe un dispozitiv țință (TD) al unui sistem industrial (1), motorul de procesare (SEP), conform invenției, cuprinzând noduri de abonat (SUBN) adaptate să recepționeze fluxuri de date de semnale și/sau evenimente (SE), din surse ale sistemului industrial (1) menționat, noduri de procesare (PN) adaptate să efectueze operații funcționale ale unui limbaj de procesare a semnalelor și evenimentelor (SEPL) asupra fluxurilor de date recepționate, conform unui script al limbajului de procesare a semnalelor și evenimentelor (SEPL) al motorului de procesare (SEP) menționat, în care scriptul (SEPL) include operații de potrivire a modelelor de date sau evenimente pentru generarea de fluxuri de date de semnale și/sau evenimente (SE) rezultate, și noduri de editor (PUBN) adaptate să retransmită fluxurile de date de semnale și/sau evenimente (SE) rezultate, generate la ramificațiile sistemului industrial (1) menționat.

Revendicări: 19
Figuri: 9

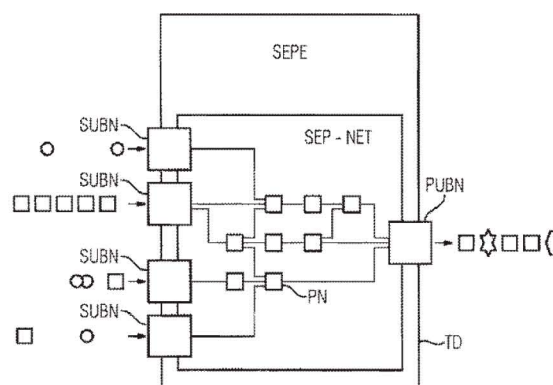


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



MOTOR DE PROCESARE A SEMNALELOR ȘI EVENIMENTELOR

Invenția se referă la un motor de procesare a semnalelor și evenimentelor care poate fi desfășurat și executat pe un dispozitiv țință al unui sistem industrial.

Un sistem industrial poate cuprinde o multitudine de mașini și/sau componente de mașină care pot fi monitorizate pe baza fluxurilor de date de semnale sau de evenimente. Un sistem industrial poate cuprinde o multitudine de active industriale diferite. De exemplu, pentru o platformă de petrol și gaze, un sistem industrial poate cuprinde turbine cu gaz și alte componente, cum ar fi dispozitive de rezervare, dispozitive de angrenare sau pompe, unde surse de semnal de senzori generează fluxuri de date de senzori care pot fi colectate de aplicații distribuite pentru a genera serii temporale de evenimente de observare. Instrumentele de senzor sau de câmp, cum ar fi controlere logice programabile, pot genera date care pot fi procesate și analizate fie într-un mod on-line, adică procesare aproape în timp real, fie într-un mod off-line, adică procesare în șarje.

În domeniul programării PLC, programele sunt de obicei scrise într-o aplicație specială pe un calculator personal folosind de exemplu, scheme-bloc de funcții FBD, o diagramă logică scară LD, un text structurat ST, o listă de instrucțiuni IL sau o diagramă de funcții secvențiale SFC. Inginerii de teren, operatorii și inginerii de întreținere care sunt cei mai familiarizați cu activele industriale ale sistemului industrial pot avea unele cunoștințe despre limbajele de programare PLC. Cu toate acestea, limbajele de programare PLC nu sunt adecvate pentru rezolvarea majorității sarcinilor de monitorizare a stării prin intermediul procesării fluxurilor, deoarece acestea nu includ caracteristici disponibile în domeniul analizei. Instrumentele de procesare a datelor din domeniul analizei de date sunt mai adecvate pentru analiza fluxurilor de date. Domeniul analizei de date constă dintr-o gamă largă de tehnologii și poate fi realizat ca interfețe de programare a aplicațiilor API în limbaje de programare și interogare generale, cum ar fi Structured Query Language (SQL), Scala, Python, Java, C++. Deoarece interfețele de programare a aplicațiilor API sunt proiectate pentru rezolvarea sarcinilor standard de procesare a fluxurilor, ele furnizează evenimente generice,

operații de evenimente de bază, operații de evenimente temporale și/sau rețele de procesare a evenimentelor.

Pentru întreținerea pe bază de stare și monitorizarea stării unui sistem industrial și pentru îndeplinirea sarcinilor de diagnosticare, este necesar să se detecteze modele în fluxurile de date sau fluxurile de evenimente furnizate de surse de semnal din cadrul sistemului industrial. Instrumentele de formare a modelelor convenționale sau programele de potrivire sunt scrise utilizând instrumente care sunt familiare experților din domeniul analizei datelor, dar care nu sunt familiare inginerilor de teren, operatorilor sau inginerilor de întreținere care au cunoștințe specifice activelor ale sistemului industrial. De exemplu, un inginer de teren nu este în mod obișnuit familiarizat cu limbajele de procesare cum ar fi Python, Scala și Java sau cu un Structured Language Query SQL. Pe de altă parte, specialiștii din analiza datelor au în mod normal puține cunoștințe despre activele industriale ale sistemului industrial respectiv. În consecință, formularea programelor de recunoaștere a modelelor este foarte dificilă, complicată și consumatoare de timp, necesitând o interacțiune intensă între ingineri de teren, operatori și specialiștii în analiza datelor. Mai mult decât atât, programele analitice care pot fi utilizate pentru potrivirea de modele de date și/sau evenimente cuprind o amprentă mare și nu pot fi desfășurate cu ușurință pe dispozitive țintă cu resurse limitate. Din cauza cunoștințelor relativ slabe ale experților în analiza datelor despre activele sistemului industrial, programele de analiză de date rezultate nu cuprind o performanță optimă.

În consecință, un obiectiv al prezentei invenții este acela de a furniza un aparat și o metodă pentru procesarea fluxurilor de date de semnale și/sau evenimente care simplifică potrivirea modelelor și măresc o performanță a potrivirii de modele în fluxurile de semnale și/sau evenimente ale unui sistem industrial.

Acest obiectiv este realizat conform unui prim aspect al prezentei invenții de un motor de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, care cuprinde caracteristicile din revendicarea 1.

Invenția prevede, în conformitate cu primul aspect, un motor de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, desfășurat pe un dispozitiv țintă al unui sistem industrial,

motorul SEP menționat cuprinzând:

noduri de abonat adaptate să recepționeze fluxuri de date de semnale și/sau evenimente, SE, din surse ale sistemului industrial menționat,

noduri de procesare adaptate să realizeze limbajul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEPL, operații funcționale pe fluxurile de date SE recepționate conform unui script SEPL al motorului SEP menționat, în care scriptul SEPL include operații de potrivire a modelelor de date sau evenimente stateful predefinite pentru generarea fluxurilor de date SE rezultate și

noduri de editor adaptate să înainteze fluxurile de date SE rezultate generate la ramificațiile sistemului industrial menționat.

Într-o variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, în conformitate cu primul aspect al prezentei invenții, fiecare nod al motorului SEP desfășurat pe dispozitivul țintă menționat este adaptat să efectueze o operație funcțională asociată care face parte din scriptul SEPL, în care operația funcțională cuprinde o operație SEPL funcțională stateless sau o operație SEPL funcțională stateful.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, fiecare nod de procesare al motorului SEP desfășurat este adaptat să aplice o operație funcțională SEPL predefinită pe fluxurile de date SE recepționate de cel puțin un nod de abonat sau scoase la ieșire de cel puțin un nod de procesare precedent și să livreze un flux de date SE rezultat unui nod de procesare ulterior și/sau unui nod de editor al motorului SEP desfășurat.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, fluxurile de date SE cuprind fluxuri de date de semnale generate de surse de generare a semnalelor ale sistemului industrial și/sau fluxuri de date de evenimente generate de surse de generare de evenimente ale sistemului industrial.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, fluxul de date de evenimente cuprinde o serie temporală de

evenimente care conțin caracteristici reprezentate ca și perechi cheie-valoare.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, fluxul de date de semnale cuprinde fluxuri de date de senzori furnizate de senzori care formează surse ale sistemului industrial.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, nodurile motorului SEP desfășurat formează o rețea SEP cuprinzând un grafic aciclic direcționat, DAG.

Într-o altă formă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, motorul SEP desfășurat este implementat ca o componentă software sau ca o componentă hardware și desfășurat pe dispozitivul țintă care face parte din sistemul industrial menționat sau fiind conectat la sistemul industrial menționat.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, dispozitivul țintă pe care este desfășurat motorul SEP cuprinde un controler logic programabil, PLC, un calculator, un cluster de calculatoare, un client, un server, o unitate de control a sistemului industrial menționat sau o unitate de cloud a unui cloud de rețea conectat la sistemul industrial menționat.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, sursele adaptate să furnizeze fluxuri de date SE nodurilor de abonat ale motorului SEP desfășurat și/sau ramificațiilor adaptate să recepționeze fluxul de date SE rezultat generat de la nodurile de editor ale motorului SEP menționat cuprinde entități sau dispozitive care includ alte motoare SEP, servere, clienți, calculatoare și/sau baze de date ale sistemului industrial.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, motorul SEP desfășurat pe dispozitivul țintă este configurat să comunice cu alte motoare SEP desfășurate pe alte entități sau dispozitive

țintă ale sistemului industrial menționat prin intermediul unui agent de mesaje de evenimente.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, în conformitate cu primul aspect al prezentei invenții, scripturile SEPL ale motorului SEP menționat sunt încărcate dintr-o bibliotecă de scripturi SEPL stocată într-o bază de date de cunoștințe specifică unui domeniu sau mai multor domenii și instanțiată pentru respectivul dispozitiv țintă al sistemului industrial menționat.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, scriptul SEPL al motorului SEP desfășurat include una sau mai multe operații de potrivire de modele de evenimente de fereastră SEPL funcționale stateful, fiecare adaptată pentru validarea de modele de evenimente extrase din datele istorice ale fluxurilor de date SE înregistrate și stocate într-un flux de date SE recepționat de către un nod de abonat al motorului SEP de procesare în șarje pentru o fereastră temporală glisantă cu o lungime de fereastră temporală configurabilă pentru generarea de rezultate de potrivire care formează o ieșire de flux de date SE rezultat de către un nod de editor al motorului SEP de procesare în șarje desfășurat.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, scriptul SEPL al motorului SEP desfășurat include una sau mai multe operații de întârziere SEPL funcționale stateful predefinite, fiecare adaptată să întârzie fluxurile de date SE recepționate de către nodurile de abonat ale motorului SEP menționat cu perioade de timp de întârziere configurabile pentru a furniza ieșire de fluxuri de date SE întârziate ca fluxuri de date SE rezultate de la nodurile de editor ale motorului SEP desfășurat menționat.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, în conformitate cu primul aspect al prezentei invenții, scriptul SEPL cuprinde, în afară de operații SEPL de întârziere sau potrivire de modele de date sau evenimente funcționale stateful, operații SEPL funcționale stateless, care cuprind:

operații SEPL de abonat, operații SEPL de definire de constante, operații SEPL de conversie, operații SEPL de fuziune de fluxuri de date SE,

operații funcționale aritmetice cu unul sau mai multe argumente, operații SEPL de selecție pentru selectarea de caracteristici din fluxurile de date SE, operații SEPL de procesare de șiruri, operații SEPL de durată de date și operații SEPL de publicare.

Într-o altă variantă de realizare posibilă a motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, motoare SEP predefinite prevăzute pentru diferite tipuri de limbaj, inclusiv C++, C#, Java, sunt stocate cu o bibliotecă de scripturi SEPL asociată într-o bază de date de cunoștințe, în care un motor SEPL de ajustare este încărcat, instanțiat și desfășurat pe dispozitivul țintă al sistemului industrial.

Invenția mai furnizează, în conformitate cu un alt aspect secundar, o platformă de sistem de monitorizare a stării, SCM și/sau întreținere bazată pe stare, CBM, care cuprinde unul sau mai multe motoare SEP conform primului aspect al prezentei invenții, în care regulile SCM/CBM ale platformei menționate sunt scrise ca scripturi SEPL ale motoarelor SEP desfășurate pe dispozitive țintă ale sistemului industrial.

Invenția mai furnizează, în conformitate cu un al treilea aspect, un dispozitiv țintă cuprinzând caracteristicile din revendicarea 18.

Invenția furnizează conform celui de-al treilea aspect un dispozitiv țintă al unui sistem industrial care cuprinde cel puțin un motor SEP conform primului aspect al prezentei invenții, instanțiat și desfășurat pe dispozitivul țintă menționat,

în care motorul SEP desfășurat este executabil pentru a efectua procesarea on-line și/sau offline a fluxurilor de date SE recepționate de la surse ale sistemului industrial menționat pentru generarea de fluxuri de date SE rezultate, înaintate la ramificațiile sistemului industrial.

Invenția mai furnizează, în conformitate cu un al patrulea aspect, o metodă de pentru procesarea fluxurilor de date SE de semnale și/sau evenimente ale unui sistem industrial care cuprinde caracteristicile din revendicarea 19.

Invenția furnizează, în conformitate cu un al patrulea aspect, o metodă pentru procesarea online și/sau offline a fluxurilor de date SE de semnale și/sau evenimente, ale unui sistem industrial,

metoda cuprinzând etapele de:

recepționare de fluxuri de date SE din surse ale sistemului industrial,
executare de operații funcționale de limbaj de procesare de semnale și
evenimente, SEPL pe fluxurile de date SE recepționate conform unui script
SEPL al unui motor de semnale și evenimente, SEP, desfășurat pe cel puțin
un dispozitiv țintă al sistemului industrial menționat,

în care scriptul SEPL include operații de potrivire de modele de date
sau evenimente stateful predefinite pentru generarea de fluxuri de date SE
rezultate, și

înaintarea fluxurilor de date SE rezultate generate la ramificațiile
sistemului industrial menționat.

În următoarele variante de realizare posibile ale diferitelor aspecte ale
prezentei invenții sunt descrise mai detaliat cu referire la figurile anexate.

Fig. 1 arată un exemplu de sistem industrial în care pot fi
desfășurate unul sau mai multe motoare SEP conform
prezentei invenții;

Fig. 2 arată o diagramă schematică a unui posibil exemplu de
variantă de realizare a unui motor de procesare a
semnalelor și evenimentelor, SEP, conform unui aspect al
prezentei invenții;

Fig. 3 arată o organigramă a unui posibil exemplu de variantă
de realizare a unei metode pentru procesarea fluxurilor
de date de semnale și evenimente ale unui sistem
industrial conform unui alt aspect al prezentei invenții;

Fig. 4 arată o diagramă schematică pentru ilustrarea unui
posibil exemplu de operație de fereastră care poate fi
efectuată de un motor de procesare a semnalelor și
evenimentelor, SEP, conform unui aspect al prezentei
invenții;

Fig. 5 arată o altă diagramă schematică pentru ilustrarea unui
posibil exemplu de operație de fereastră care poate fi
realizată de un motor de procesare a semnalelor și
evenimentelor, SEP, conform unui aspect al prezentei

- invenții;
- Fig. 6 arată o altă diagramă schematică pentru ilustrarea unui posibil exemplu de variantă de realizare a unei operații de fereastră care poate fi realizată de un motor de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform unui aspect al prezentei invenții;
- Fig. 7 arată o altă diagramă schematică pentru ilustrarea unui posibil exemplu de operație de fereastră care poate fi realizată de un motor de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform unui aspect al prezentei invenții;
- Fig. 8 arată o altă diagramă schematică pentru ilustrarea unui posibil exemplu de operație de fereastră care poate fi realizată de un motor de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform unui aspect al prezentei invenții;
- Fig. 9 arată o altă diagramă schematică pentru ilustrarea unui posibil exemplu de operație de întârziere care poate fi efectuată de un motor de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform unui aspect al prezentei invenții;
- Fig. 10 arată o altă diagramă schematică pentru ilustrarea unui posibil exemplu de operație de întârziere care poate fi realizată de un motor de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform unui aspect al prezentei invenții;
- Fig. 11, 12 ilustrează un exemplu simplu al unui script SEPL care poate fi implementat de către un motor SEP conform prezentei invenții.

Așa cum se poate vedea în diagrama schematică din Fig. 1, exemplul ilustrat de sistem industrial 1 arătat în Fig. 1 poate cuprinde o multitudine de componente, incluzând componente hardware și/sau componente software. Sistemul industrial 1 poate cuprinde o mașină și componente de mașină care

interacționează una cu cealaltă. În exemplul de sistem industrial ilustrat 1, este prevăzut un tren de antrenare alcătuit dintr-o unitate 1-1, o componentă de angrenare 1-2, un reazem 1-3 și o pompă 1-4. Fiecare componentă a sistemului industrial 1, cum ar fi trenul de antrenare ilustrat, poate cuprinde una sau mai multe surse de semnal. Sursele de semnal pot cuprinde senzori care generează date de senzori ale sistemului în timpul funcționării sistemului industrial 1. Diferiții senzori pot furniza semnale analogice sau date de senzori digitale unei unități de comandă a sistemului industrial 1 așa cum este ilustrat în Fig. 1. În exemplul arătat din Fig. 1, două surse de semnal de senzor 2A-1, 2B-1 prevăzute la unitatea de antrenare 1-1 a sistemului industrial 1 furnizează semnale de senzor unui controler 3 cum ar fi o unitate de comandă SIMATIC S7. Mai mult, sursele de semnal 2A-2, 2B-2 prevăzute la unitatea de angrenare 1-2 a sistemului industrial 1 furnizează fluxuri de date controlerului 3 al sistemului industrial 1. În exemplul ilustrat, controlerul local 3 al sistemului industrial 1 recepționează în plus un semnal de senzor de la un senzor 2-4 prevăzut la unitatea de pompare 1-4 a sistemului industrial 1. Tipul senzorilor sau surselor de semnal poate varia în funcție de cazul de utilizare. Senzorii pot cuprinde, de exemplu, senzori de vibrație, senzori de temperatură sau de presiune care furnizează semnale analogice de senzori convertite de un convertor digital în analog ADC în fluxuri de date de semnal. Mai mult decât atât, pot fi prevăzute controlere logice programabile locale PLC care agregă observații în evenimente furnizate controlerului local 3 al sistemului industrial 1. Controlerul local 3 cum ar fi SIMATIC S7 poate fi conectat prin intermediul unei magistrale 4 la o platformă 5, care include instrumente CMS pentru efectuarea analizelor de date. Mai mult, un calculator sau o entitate SCADA 6 poate fi conectat la magistrala comună 4 a sistemului industrial 1. Entitatea SCADA 6 poate avea acces la o bază de date. Mai mult, magistrala locală 4 a sistemului industrial 1 poate furniza un acces la distanță, de exemplu prin intermediul internetului, la un cloud de fundal 7, așa cum este ilustrat în Fig. 1. Magistrala 4 a sistemului industrial 1 poate cuprinde de exemplu o magistrală PROFINET sau o magistrală Ethernet. Controlerul local sau PLC 3 al sistemului industrial 1 poate recepționa fluxuri de date de eveniment de la surse de date de evenimente ale sistemului industrial 1, de exemplu de la alte unități de control logice

programabile distribuite PLC. Mai mult, evenimentele pot fi furnizate controlerului local 3 de la entități sau unități din cloud 7 în cadrul unității SCADA 6 sau în cadrul unității de procesare analitică 5. Sistemul industrial 1 poate cuprinde unu sau mai multe motoare de procesare de semnale și evenimente, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții. Într-o posibilă variantă de realizare, mai multe motoare de procesare a semnalelor evenimente, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, sunt distribuite în sistemul industrial 1 pentru a îndeplini diferite sarcini. Într-o variantă de realizare posibilă, motoarele de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, sunt desfășurate pe dispozitive țintă ale sistemului industrial 1, în particular pe controlerele logice programabile, PLC, localizate în apropierea componentelor de mașină 1-i pentru procesarea datelor de senzori locale care pot fi agregate în fluxuri de date de evenimente furnizate altor PLC ale subsistemelor sistemului industrial 1. Mai mult, unul sau mai multe motoare de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform primului aspect al prezentei invenții, pot fi implementate în controlerul 3 al sistemului industrial 1, așa cum este arătat în Fig. 1. Alte motoare de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, pot fi desfășurate suplimentar pe unitatea de procesare analitică 5, dispozitivul SCADA 6 și/sau pe entitățile norului de sistem 7. Diferitele motoare SEP desfășurate pe aceleași dispozitive țintă sau diferite ale sistemului industrial 1 sunt configurate pentru a comunica între ele. Într-o posibilă variantă de realizare, motoarele SEP comunică între ele prin intermediul agenților de mesaje de evenimente.

Fig. 2 ilustrează schematic un posibil exemplu de variantă de realizare a unui motor de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, SEPE desfășurat pe un dispozitiv țintă TD al sistemului industrial 1. Motorul SEP poate fi desfășurat pe diferite tipuri de dispozitive țintă TD ale sistemului industrial 1, inclusiv controlere logice programabile PLC, calculatoare, clustere de calculatoare, dispozitive client, dispozitive server, unități de control ale sistemului industrial 1 sau unități de cloud ale unui cloud de rețea de sistem conectat la sistemul industrial 1. Pe fiecare dispozitiv țintă TD al sistemului industrial 1, pot fi desfășurate unul sau mai multe motoare SEP pentru îndeplinirea de sarcini diferite. Așa cum se poate vedea în diagrama schematică din Fig. 2, motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor,

SEP, SEPE desfășurat pe un dispozitiv țintă TD al sistemului industrial 1 cuprinde în varianta de realizare ilustrată unul sau mai multe noduri de abonat SUBN, noduri de procesare PN și unul sau mai multe noduri de editor PUBN. Numărul de noduri poate varia în funcție de cazul de utilizare. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor SEP, SEPE, așa cum este ilustrat în Fig. 2, cuprinde mai multe noduri de abonat SUBN adaptate să recepționeze fluxuri de date SE de semnale și/sau evenimente, de la surse ale sistemului industrial 1. Fluxurile de date SE de semnale și/sau evenimente recepționate cuprind fluxuri de date de semnal generate de surse de generare a semnalelor ale sistemului industrial 1, în particular senzori de semnal și/sau fluxuri de date de evenimente generate de sursele de generare a evenimentelor ale sistemului industrial 1. Fiecare flux de date SE cuprinde date de serii temporale aplicate nodurilor de abonat SUBN ale motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP. Motorul SEP mai cuprinde noduri de procesare PN adaptate pentru a realiza operații funcționale de limbaj de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEPL, pe fluxurile de date SE recepționate conform unui script SEPL al motorului SEP. Scriptul SEPL include operațiuni de potrivire a modelelor de date sau evenimente stateful predefinite, pentru generarea de fluxuri de date SE rezultate. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, mai cuprinde noduri de editor PUBN adaptate să înainteze fluxurile de date SE rezultate generate la ramificații ale sistemului industrial 1. Fiecare nod al motorului SEP, SEPE desfășurat pe respectivul dispozitiv țintă TD este adaptat să efectueze o operație funcțională asociată care face parte din scriptul SEPL. Operația funcțională este o operație SEP funcțională stateless sau o operație SEP funcțională stateful, în particular o operație funcțională de potrivire a modelelor de evenimente sau date. Fiecare nod de procesare PN al motorului SEP desfășurat este adaptat să aplice o operație funcțională SEPL predefinită pe fluxurile de date SE recepționate de cel puțin un nod de abonat SUBN sau ieșire de cel puțin un nod de procesare precedent PN și să livreze un flux de date SE rezultat unui nod de procesare ulterior PN și/sau unui nod de editor PUBN al motorului SEP desfășurat SEPE, așa cum este ilustrat de asemenea în exemplul de variantă de realizare din Fig. 2. Nodul de abonat SUBN interpretează și validează datele provenite din surse externe și

livrează rezultatele prin intermediul nodurilor de editor PUBN ramificațiilor externe. Fiecare nod al rețelei SEP, SEP-NET de noduri aplică o operație SEP datelor de intrare recepționate provenind de la nodurile SEPL sau nodurile de abonat SUBN anterioare sau precedente. Rezultatul procesării este livrat următoarelor noduri SEPL sau nodurilor de editor PUBN ale rețelei SEPL. Fiecare nod poate implementa una și numai o operație SEPL funcțională. Nodurile motorului SEP desfășurat formează o rețea SEP, SEP-NET care cuprinde un grafic aciclic direcționat, DAG, așa cum este arătat de asemenea în exemplul din Fig. 2. Motorul SEP, SEPE ilustrat în Fig. 2 poate fi implementat ca o componentă software sau ca o componentă hardware și desfășurat pe un dispozitiv țintă TD al sistemului industrial 1. Dispozitivul țintă TD poate face parte din sistemul industrial 1 sau poate fi conectat la sistemul industrial 1. Sursele adaptate să furnizeze fluxuri de date SE nodurilor de abonat SUBN ale motorului SEP desfășurat așa cum este arătat în Fig. 2 și/sau ramificațiile adaptate să recepționeze fluxurile de date SE rezultate generate de la noduri de editor PUBN ale motorului SEP pot cuprinde entități sau dispozitive diferite, incluzând alte motoare SEP desfășurate pe alte dispozitive țintă, servere, clienți, calculatoare și/sau baze de date ale sistemului industrial 1. Scriptul SEPL al motorului SEP poate fi încărcat într-o posibilă variantă de realizare dintr-o bibliotecă de scripturi SEPL stocată într-o bază de dată de cunoștințe specifică unui domeniu sau mai multor domenii și instanțiată pentru respectivul dispozitiv țintă TD al sistemului industrial 1. Motorul SEP este adaptat să execute scriptul SEPL. Motorul SEP derivează scriptul SEPL și creează prin aceasta o rețea SEP. Apoi, motorul SEP poate fi pornit să funcționeze pe fluxurile de date SE de intrare.

Scriptul SEPL al motorului SEP desfășurat poate include una sau mai multe operații de potrivire de modele de evenimente de fereastră SEPL funcționale stateful predefinite, adaptată fiecare pentru validarea de modele de evenimente extrase din datele istorice ale fluxurilor de date SE înregistrate și stocate în fluxurile de date SE recepționate de către unul sau mai multe noduri de abonat SUBN ale motorului SEP de procesare în șarje pentru o fereastră temporală glisantă. Fereastra temporală glisantă poate cuprinde o lungime de fereastră temporală configurabilă TWL. Potrivirea este

efectuată pentru generarea de rezultate de potrivire, formând o ieșire de flux de date SE rezultat de către un nod de editor PUBN al motorului SEP de procesare în șarje desfășurat. Din datele istorice sunt derivate, adică extrase unele modele caracteristice. Aceste modele sunt formulate ca scripturi SEPL și validate folosind motorul SEP de procesare în șarje. Scripturile SEPL pot fi apoi desfășurate pentru execuție într-un mod online pe dispozitivele țintă.

Scriptul SEPL al motorului SEP desfășurat poate include de asemenea una sau mai multe operațiuni de întârziere SEPL funcționale stateful predefinite. Operațiile de întârziere SEPL sunt adaptate să întârzie fluxurile de date SE recepționate de către un nod de abonat SUBN al motorului SEP cu o perioadă de timp de întârziere configurabilă pentru generarea unei ieșiri de fluxuri de date SE întârziate ca fluxuri de date SE rezultate de către un nod de editor PUBN al motorului SEP desfășurat.

În afară de operațiile SEPL de întârziere sau de potrivire de modele de evenimente sau date funcționale stateful, scriptul SEPL al motorului SEP desfășurat SEPE poate cuprinde de asemenea operații SEPL funcționale stateless. Aceste operațiuni SEPL funcționale stateless pot cuprinde operații SEPL de abonat, operații SEPL de determinare de constante, operații SEPL de conversie, operații SEPL de fuziune de fluxuri de date SE, operații funcționale aritmetice cu unul sau mai multe argumente, operații SEPL de selecție pentru selectarea de caracteristici din fluxuri de date SE, operații SEPL de procesare de șiruri, operații SEPL de durată de date, operații SEPL de filtrare și/sau operații SEPL de publicare. Operațiile SEPL sunt utile pentru realizarea analizei fluxurilor de date SE recepționate. Acestea sunt înțelese cu ușurință de către operatori și de inginerii de teren care au cunoștințe de lucru în limbajele de programare PLC. Motorul SEP, SEPE poate fi desfășurat pe rețele SEP care rulează pe diferite clase de platforme hardware, incluzând de exemplu telefoane inteligente, servere sau clustere. Rețeaua SEP, SEP-NET poate conține mai multe noduri de procesare. Fiecare nod al rețelei SEP poate aplica o singură operație asupra datelor provenite de la un nod de intrare anterior și livrează rezultatul unui nod de ieșire. Într-o posibilă variantă de realizare, motoare SEP predefinite prevăzute pentru diferite tipuri de limbaj, inclusiv C++, C#, Java, pot fi stocate într-o bibliotecă de scripturi SEPL asociată într-o bază de date de cunoștințe a sistemului 1, în care este

încărcat un motor SEP de ajustare, instanțiat și desfășurat pe un dispozitiv țintă TD al sistemului industrial 1. Pentru susținerea operațiilor SEP pe diferite platforme hardware, pot fi prevăzute diferite versiuni ale motorului SEP, de exemplu C++, C#.NET, Java EE și un motor SEP de tip cluster bazat pe Apache FLINK. Apache FLINK este o platformă de procesare care expune un API dedicat scris în Java pentru implementarea sarcinilor de procesare a fluxului. Motorul SEP poate fi realizat utilizând acest API pe platforma FLINK. Fiecare motor specific poate fi livrat ca o bibliotecă dedicată care implementează un API standardizat cu un set de funcționalități de bază necesare integrării în orice proiect de dezvoltare software. Mai mult, fiecare motor SEP poate veni împreună cu o așa-numită aplicație worker SEP care este adaptată pentru împachetarea bibliotecii API într-un set de servicii REST. Utilizarea serviciilor REST pentru aplicația worker SEP este doar o posibilă variantă de realizare. Alte posibilități includ folosirea de sockets, magistrale de comunicații sau a oricăror altor protocoale. Această din urmă caracteristică poate forma un API REST standardizat pentru toate versiunile aplicației worker SEP. Furnizarea bibliotecilor, a motoarelor și a aplicațiilor worker permite o integrare rapidă în aproape orice aplicație de monitorizare a stării.

Sistemul poate cuprinde o interfață grafică de utilizator pentru crearea diferitelor tipuri de rețele SEP implementate într-un motor SEP așa cum este ilustrat în Fig. 2. Mai mult, interfața poate fi utilizată pentru configurarea operațiilor SEPL efectuate de nodurile rețelei SEP create. Interfața poate fi utilizată de asemenea pentru testarea și desfășurarea rețelelor SEP create. O aplicație de laborator SEP care implementează interfața facilitează o dezvoltare, testare și desfășurare rapide a rețelilor SEP în cadrul motoarelor SEP. Într-o posibilă variantă de realizare, fiecare rețea SEP poate fi configurată prin adăugarea operațiilor SEPL una câte una. Pentru fiecare operație SEPL adăugată, este posibil să se definească fluxuri de intrare pentru operațiile precedente. Acest lucru poate fi realizat pentru evitarea ciclurilor din rețeaua SEP, asigurându-se că aceasta conține întotdeauna un grafic aciclic direcționat DAG. Imediat ce rețeaua SEP de lucru este gata, un utilizator poate încărca un set de fișiere .csv cu informații despre eveniment. Se poate utiliza orice tip de sursă de date istorice, nu neapărat fișiere .csv.

Pentru a începe un proces de testare, este posibil să se selecteze una dintre aplicațiile worker SEP disponibile și să se pornească o simulare a fluxurilor de evenimente din respectivele fișiere .csv. Într-o variantă de realizare posibilă, aplicația de laborator SEP poate desfășura rețeaua SEP creată pe aplicația worker SEP prin intermediul serviciilor REST furnizate și apoi poate înainta toate fluxurile de date de intrare către aceasta. Într-o posibilă variantă de realizare, aplicația de laborator SEP poate colecta și vizualiza toate fluxurile de date returnate de la aplicația worker respectiv. Procesul de dezvoltare, testare și desfășurare a rețelelor SEP utilizând aplicația de laborator SEP este destul de intuitiv și fără probleme. Este posibil să se formeze colecții de rețele SEP care rezolvă cele mai frecvente sarcini de monitorizare a stării, de exemplu pentru traductoare, supape, vane, conducte de presiune, motoare etc. implementate în sistemul industrial 1. Aplicarea motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, cu o rețea SEP implementată nu necesită nici o cunoștință specifică de programare de către inginerul de teren, ci doar o cunoaștere a activelor de dedesubt ale sistemului industrial 1.

Fig. 3 arată o organigramă a unui posibil exemplu de variantă de realizare a unei metode pentru procesarea fluxurilor de date SE de semnale și/sau evenimente ale unui sistem industrial 1 conform unui alt aspect al prezentei invenții. Metoda ilustrată este adaptată pentru a efectua procesarea online și/sau offline a fluxurilor de date SE ale unui sistem industrial 1. În exemplul de variantă de realizare ilustrat, metoda cuprinde trei etape principale.

Într-o primă etapă S1, fluxurile de date SE sunt recepționate de SEPE de la sursele sistemului industrial 1.

Într-o altă etapă S2, sunt realizate operații funcționale de limbaj de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEPL, în conformitate cu un script SEPL al unui motor de semnale și evenimente, SEP, SEPE desfășurat pe cel puțin un dispozitiv țintă TD al sistemului industrial 1. Scriptul SEPL include într-o posibilă variantă de realizare operații de potrivire a modelelor și/sau evenimentelor stateful predefinite, în particular operații de potrivire a modelelor de evenimente de fereastră, pentru generarea de fluxuri de date SE rezultate.



Într-o altă etapă S3, fluxurile de date SE rezultate generate sunt înaintate de către SEPE ramificațiilor sistemului industrial 1.

Invenția furnizează, conform unui alt aspect, o platformă de monitorizare a stării sistemului, SCM și/sau o întreținere bazată pe stare, CBM, cuprinzând unul sau mai multe motoare SEP conform primului aspect al prezentei invenții și adaptată pentru a efectua metoda ilustrată în Fig. 3. În sistemul SCM și/sau CBM, regulile SCM/CBM ale platformei sunt scrise ca scripturi SEPL ale motoarelor SEP desfășurate pe dispozitive TD ale sistemului industrial 1. Este întotdeauna important să se îmbunătățească performanțele sistemului și să se reducă costurile de întreținere a sistemului. În consecință, cazurile de utilizare industrială IoT se concentrează asupra monitorizării stării, SCM și a întreținerii pe bază de stare, SBM, unde sunt necesare cunoștințe profunde specifice domeniului. Utilizarea motorului de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, în conformitate cu prezenta invenție, permite furnizarea unor platforme SCM/CBM puternice care pot fi configurate și executate în aproape orice mediu industrial. De exemplu, este posibil să se modernizeze și să se îmbunătățească cu ușurință orice soluție SCM/CBM existentă. Mai mult, instrumentele SEPL furnizate prin utilizarea de motoare de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform prezentei invenții pot furniza un mediu confortabil pentru dezvoltarea și diseminarea regulilor SCM/CBM scrise ca scripturi SEPL. Aceste scripturi SEPL pot consuma fluxuri de date industriale IoT, în particular semnale de senzori și jurnale de sistem și pot deduce fluxuri de concluzii despre o stare de sistem a sistemului industrial 1, în particular indicații de stare, indicații de avarie și/sau moduri de defectare, probabilități de defectare estimate, cazuri rădăcină probabile, acțiuni operaționale necesare și activități de întreținere. Un asemenea script SCM/CBM poate fi clasificat și stocat fie într-o bază de date de cunoștințe specifică unui domeniu sau din mai multe domenii. Prezenta invenție furnizează posibilități de desfășurare pe orice platformă. De exemplu, un motor SEP C++ poate fi utilizat în primul rând pentru dispozitive restricționate, în timp ce motoarele SEP Java/C# pot fi utilizate pentru calculatoare și servere de marfă și respective motoare cluster SEP pentru medii distribuite. Motoarele SEP conform prezentei invenții pot fi utilizate cu ușurință de inginerii de teren. Într-o variantă de realizare posibilă,

motorul SEP conform prezentei invenții poate furniza o aplicație de interfață grafică de utilizator pentru crearea, testarea și desfășurarea rețelei SEP implementată în motorul SEP. Este posibil să se utilizeze o aplicație worker SEP în medii de execuție a rețelei SEP. Furnizarea bibliotecilor SEP facilitează integrarea cu un sistem existent. Limbajul SEPL cuprinzând operațiile funcționale de limbaj de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEPL, sunt adecvate pentru procesarea numerică și categorică a seriilor temporale. Un set de operațiuni funcționale SEPL poate conține toate operațiile necesare unui inginer de teren pentru dezvoltarea majorității sarcinilor de monitorizare a stării într-un sistem industrial. Limbajul SEPL care cuprinde operațiile funcționale SEPL și instrumentele SEP poate fi utilizate pentru dezvoltarea rapidă de aplicații de monitorizare a stării în orice tip de sistem industrial 1, cum ar fi platforme de petrol și gaze, turbine cu gaz sau linii de producție.

Pentru optimizarea traficului de date pentru viitoarele aplicații IoT industriale care urmăresc sarcini de monitorizare a stării, fluxurile de date SE pot fi procesate de motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, la dispozitivele de margine locale, fără a trimite nici o informație sau dată inutile către norul sistemului. De exemplu, fluxurile de date procesate pot cuprinde date de înaltă frecvență de la accelerometrele sistemului industrial 1. Pentru a furniza o reacție bine sincronizată asupra sarcinilor cruciale de monitorizare și monitorizare a stării, aplicația worker SEP poate procesa evenimente într-un mod de streaming și foarte aproape de sursele de streaming ale sistemului industrial. În consecință, operatorii nu trebuie să aștepte o reacție de la analizatorii din norul de sistem. Acest lucru este important pentru unele cazuri de utilizare în viața reală, unde lățimea de bandă a internetului poate fi limitată, de exemplu pentru platforme offshore.

La fiecare motor de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, poate fi furnizat unul sau mai multe scripturi SEPL, fiecare cuprinzând o secvență de operații SEPL. Aceste operații SEPL cuprind operații SEPL de potrivire a modelelor de evenimente și date funcționale stateful și operații SEPL funcționale stateless. Scriptul SEPL include operații de potrivire a modelelor SEPL funcționale stateful predefinite, adaptate să realizeze o potrivire de modele între modele istorice existente și modele din fluxurile de

date SE recepționate provenind din surse ale sistemului industrial 1. Operațiile SEPL de potrivire de modele pot cuprinde ferestre temporale configurabile, în particular ferestre temporale glisante cu lungimi configurabile ale ferestrei temporale. Ferestrele de observație pot fi folosite pentru a colecta o secvență consecutivă de observații. Fiecare funcție sau operație poate fi utilizată pentru a agrega o caracteristică selectată din observații. Pot fi utilizate diferite tipuri de ferestre, în particular ferestre temporale, ferestre de loturi temporale, ferestre lungime, ferestre loturi de lungime sau ferestre personalizate. Se pot aplica agregatoare pe caracteristici selectate ale observațiilor. Operațiile de potrivire de modele de evenimente în fereastră SEPL pot fi realizate similar cu operațiile de agregare în fereastră SEPL. Un exemplu de operație de potrivire de modele de evenimente în fereastră SEPL este realizarea unei potriviri a unui model în care apare un eveniment A (de ex., "închidere") și un alt eveniment B (de exemplu, "temperatură prea mare a uleiului") într-o fereastră de 5 minute. Evenimentele sau caracteristicile A, B pot fi în diferite fluxuri.

O fereastră temporală poate cuprinde ca parametru principal lungimea sa de fereastră temporală TWL. Atunci când se recepționează o nouă observație sau eveniment într-un flux de date, pot fi aplicate agregatoare specificate utilizând toate observațiile recepționate în ultimul interval lungime de fereastră temporală TWL. Un mod de operare posibil al unei ferestre temporale este ilustrat în Fig. 4. Fluxurile SE de intrare cuprinzând evenimentele A, B, C, D, H sunt procesate pentru generarea unui flux SE de ieșire așa cum este ilustrat în Fig. 4.

Un nod SEPL adaptat să furnizeze o operație de fereastră temporală poate cuprinde următoarea structură:

```
{
  "InputStreamName": "_input_stream_name",
  "OutputStreamName": "_output_stream_name",
  "Operation": "operation",

  "Comment": "_comment",
  "TimeWindowLengthInSeconds": _time_window_length_in_seconds,
  "AgregatorList":

  [
    {"FeatureName": "_feature_1_name", "Agregator": "_aggregator_1", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_1"},
    {"FeatureName": "_feature_2_name", "Agregator": "_aggregator_2", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_2"},
    ...
    {"FeatureName": "_feature_N_name", "Agregator": "_aggregator_N", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_N"}
  ]
}
```

}

unde trebuie completați următorii parametri:

- `_input_stream_name`: numele fluxului care trebuie utilizat ca intrare;
- `_output_stream_name`: valoarea șirului reprezentând numele fluxului de ieșire;
- `_operation`: valoarea șirului reprezentând numele operației. Pentru fereastra temporală operatorul trebuie să fie "TimeWindow";
- `_comment`: conține o descriere de șir a operatorului. Se intenționează să fie utilizat de inginerul de teren și nu influențează procesarea. Câmpul este opțional;
- `_time_window_length_in_seconds`: lungimea ferestrei temporale;
- `_feature_1_name, _feature_2_name, ..., ":" _feature_N_name`: caracteristicile fluxurilor de intrare care vor fi agregate;
- `_aggregator_1, _aggregator_2, ..., _aggregator_N`: agregatorii care trebuie aplicați pentru caracteristicile selectate (vezi Tabelul 25);
- `_result_feature_name_1, _result_feature_name_2, ..., _result_feature_name_N`: observația publicată în fluxul de ieșire al ferestrei va conține aceste caracteristici.

Parametrii principali de configurare ai unei operațiuni cu ferestre de loturi temporale sunt lungimea ferestrei temporale TWL reprezentând perioada de timp pe care evenimentele sunt colectate în fereastră și un pas de fereastră temporală TWS care reprezintă distanța în timp între pornirea a două ferestre temporale consecutive.

Fig. 5 ilustrează o operație SEPL de fereastră de loturi temporale.

Într-o variantă de realizare posibilă, un nod de procesare SEPL adaptat pentru a efectua o operație SEPL de fereastră temporală poate cuprinde următoarea structură:

```
{
  "InputStreamName": "_input_stream_name",
  "OutputStreamName": "_output_stream_name",
  "Operation": "operation",

  "Comment": "_comment",
  "TimeWindowLengthInSeconds": _time_window_length_in_seconds,
  "TimeWindowStepInSeconds": _time_window_step_in_seconds,
  "AgregatorList":

  [
    {"FeatureName": "_feature_1_name", "Aggregator": "_aggregator_1", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_1"},
    {"FeatureName": "_feature_2_name", "Aggregator": "_aggregator_2", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_2"},
    ...
  ]
}
```

```
{ "FeatureName": "_feature_N_name", "Aggregator": "_aggregator_N", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_N" }
}
```

unde trebuie completați următorii parametri:

- `_input_stream_name`: numele fluxului care trebuie utilizat ca intrare;
- `_output_stream_name`: valoarea șirului reprezentând numele fluxului de ieșire;
- `_operation`: valoarea șirului reprezentând numele operației. Pentru operatorul ferestrei temporale trebuie să fie "TimeWindow";
- `_comment`: conține o descriere de șir a operatorului. Se intenționează să fie utilizat de inginerul de teren și nu influențează procesarea. Câmpul este opțional;
- `_time_window_length_in_seconds`: lungimea ferestrei temporale;
- `_time_window_step_in_seconds`: pasul ferestrei de timp;
- `_feature_1_name, _feature_2_name, ..., ":" _feature_N_name`: caracteristicile fluxurilor de intrare care vor fi agregate;
- `_aggregator_1, _aggregator_2, ..., _aggregator_N`: agregatorii care trebuie aplicați pentru caracteristicile selectate (vezi Tabelul 25);
- `_result_feature_name_1, _result_feature_name_2, ..., _result_feature_name_N`: observația publicată în fluxul de ieșire al ferestrei va conține aceste caracteristici.

O fereastră punctuală aplică un agregator pe ultimele observații recepționate de la un flux de date, indiferent de momentul în care a fost recepționat fluxul de date. Numărul considerat de observații poate fi definit de parametrii de lungime ai ferestrei punctuale. Dacă fereastra punctuală este strictă, aceasta generează valori numai atunci când conține exact observațiile privind lungimea ferestrei punctuale.

Fig. 6 ilustrează o operație SEPL de fereastră punctuală. Pentru o fereastră punctuală strictă, primele două rezultate agregate ilustrate în Fig. 6 nu sunt livrate. Fig. 6 arată schematic o operație SEPL de fereastră punctuală care poate fi efectuată de către un motor SEP conform prezentei invenții. Fluxurile SE de intrare care conțin o serie de evenimente de la A la F sunt procesate pentru a genera un flux SE de ieșire așa cum este ilustrat în

Fig. 6. Un nod SEPL adaptat pentru a efectua o operație de fereastră punctuală SEPL poate cuprinde următoarea structură:

```
{
  "InputStreamName": "_input_stream_name",
  "OutputStreamName": "_output_stream_name",
  "Operation": "operation",

  "Comment": "_comment",
  "PointsWindowLength": _points_window_length,
  "StrictPointsWindow": _strict_points_window,
  "AgregatorList":

  [
    {"FeatureName": "_feature_1_name", "Agregator": "_aggregator_1", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_1"},
    {"FeatureName": "_feature_2_name", "Agregator": "_aggregator_2", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_2"},
    ...
    {"FeatureName": "_feature_N_name", "Agregator": "_aggregator_N", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_N"}
  ]
}
```

unde trebuie completați următorii parametri:

- `_input_stream_name`: numele fluxului care trebuie utilizat ca intrare;
- `_output_stream_name`: valoarea șirului reprezentând numele fluxului de ieșire;
- `_operation`: valoarea șirului reprezentând numele operației. Pentru operatorul ferestrei punctuale trebuie să fie "PointsWindow";
- `_comment`: conține o descriere a operatorului. Se intenționează să fie utilizat de inginerul de teren și nu influențează procesarea. Câmpul este opțional;
- `_points_window_length`: numărul de observații care trebuie incluse în fereastra punctuală;
- `_strict_points_window`: parametru Boolean care specifică dacă fereastra punctuală este strictă sau nu;
- `_feature_1_name, _feature_2_name, ..., _feature_N_name`: caracteristicile fluxurilor de intrare care vor fi agregate;
- `_aggregator_1, _aggregator_2, ..., _aggregator_N`: agregatorii care trebuie aplicați pentru caracteristicile selectate (vezi Tabelul 25);
- `_result_feature_name_1, _result_feature_name_2, ..., _result_feature_name_N`: observația publicată în fluxul de ieșire al ferestrei va conține aceste caracteristici.

Pentru operarea ferestrei punctuale, pot fi utilizați următorii parametri. Parametrii pot cuprinde o lungime a ferestrei punctuale reprezentând numărul

de observații care trebuie să fie stocate de fereastră și un pas de fereastră punctuală care specifică numărul de observații care trebuie să fie sărite între două porniri ale ferestrei.

Fig. 7 ilustrează schematic un mod de operare SEPL de fereastră punctuală care poate fi realizat de către un motor SEP conform prezentei invenții. Un nod de procesare SEPL adaptat pentru a efectua o operație de fereastră punctuală poate cuprinde următoarea structură:

```
{
  "InputStreamName": "_input_stream_name",
  "OutputStreamName": "_output_stream_name",
  "Operation": "operation",

  "Comment": "_comment",
  "PointsWindowLength": _points_window_length,
  "StrictPointsWindow": _strict_points_window,
  "PointsWindowStep": _points_window_step,
  "AgregatorList":

  [
    {"FeatureName": "_feature_1_name", "Agregator": "_aggregator_1", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_1"},
    {"FeatureName": "_feature_2_name", "Agregator": "_aggregator_2", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_2"},
    ...
    {"FeatureName": "_feature_N_name", "Agregator": "_aggregator_N", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_N"}
  ]
}
```

unde trebuie completați următorii parametri:

- `_input_stream_name`: numele fluxului care trebuie utilizat ca intrare;
- `_output_stream_name`: valoarea șirului reprezentând numele fluxului de ieșire;
- `_operation`: valoarea șirului reprezentând numele operației. Pentru operatorul ferestrei punctuale trebuie să fie "PointsWindow";
- `_comment`: conține o descriere a operatorului. Se intenționează să fie utilizat de inginerul de teren și nu influențează procesarea. Câmpul este opțional;
- `_points_window_length`: numărul de observații care trebuie incluse în fereastra punctuală;
- `_points_window_step`: numărul de observații care trebuie să fie ignorate între două porniri ale ferestrei;
- `_feature_1_name, _feature_2_name, ..., ":" _feature_N_name`: caracteristicile fluxurilor de intrare care vor fi agregate;
- `_aggregator_1, _aggregator_2, ..., _aggregator_N`: agregatorii care trebuie aplicați pentru caracteristicile selectate;



- `_result_feature_name_1`, `_result_feature_name_2`, ..., `_result_feature_name_N`: observația publicată în fluxul de ieșire al ferestrei va conține aceste caracteristici.

O funcționare de fereastră personalizată consumă două fluxuri SE de intrare. Fluxurile SE de intrare pot conține observații care trebuie agregate. Fluxul declanșator de intrare poate conține cel puțin o caracteristică Booleană (selectată de un utilizator) care poate fi utilizată pentru declanșarea pornirii și opririi ferestrei personalizate. O schimbare de la valoarea false la true a valorii Booleene poate declanșa pornirea ferestrei personalizate, sau respectiv o schimbare de la true la false poate opri funcționarea ferestrei personalizate. Rezultatele agregării pot fi calculate și publicate pe fluxul de ieșire SE după oprirea ferestrei personalizate.

Fig. 8 arată schematic o operație SEPL cu fereastră personalizată care poate fi efectuată de către un motor SEP conform prezentei invenții. Un nod de procesare SEPL adaptat pentru să efectueze o operație SEPL cu fereastră personalizată pe un flux SE de date de semnale și evenimente de intrare și un declanșator de intrare SE poate cuprinde într-o posibilă implementare următoarea structură:

```
{
  "InputStreamName": "_input_stream_name",
  "InputTriggerStreamName": "_input_trigger_stream_name",
  "TriggerFeature": "_trigger_feature",
  "OutputStreamName": "_output_stream_name",
  "Operation": "operation",

  "Comment": "_comment",
  "AgregatorList":

  [
    {"FeatureName": "_feature_1_name", "Aggregator": "_aggregator_1", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_1"},
    {"FeatureName": "_feature_2_name", "Aggregator": "_aggregator_2", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_2"},
    ...
    {"FeatureName": "_feature_N_name", "Aggregator": "_aggregator_N", "ResultFeatureName": "_result_feature_name_N"}
  ]
}
```

unde trebuie completați următorii parametri:

- `_input_stream_name`: numele fluxului care trebuie utilizat ca intrare;
- `_input_trigger_stream_name`: numele fluxului care trebuie utilizat ca declanșator de fereastră;

- `_trigger_feature`: caracteristica Booleană de la `_input_trigger_stream_name` care este folosită pentru pornirea și oprirea ferestrei;
- `_output_stream_name`: valoarea șirului reprezentând numele fluxului de ieșire;
- `_operation`: valoarea șirului reprezentând numele operației. Pentru operatorul ferestrei punctuale trebuie să fie "PointsWindow";
- `_comment`: conține o descriere a operatorului. Se intenționează să fie utilizat de inginerul de teren și nu influențează procesarea. Câmpul este opțional;
- `_feature_1_name, _feature_2_name, ..., ":" _feature_N_name`: caracteristicile fluxurilor de intrare care vor fi agregate;
- `_aggregator_1, _aggregator_2, ..., _aggregator_N`: agregatorii care trebuie aplicați pentru caracteristicile selectate;
- `_result_feature_name_1, _result_feature_name_2, ..., _result_feature_name_N`: observația publicată în fluxul de ieșire al ferestrei va conține aceste caracteristici.

Un script SEPL al motorului SEP desfășurat poate cuprinde într-o variantă de realizare posibilă una sau mai multe operații de întârziere SEPL funcționale stateful predefinite utilizate pentru întârzierea fluxurilor de date SE recepționate de către nodurile de abonat ale motorului SEP cu perioade de timp de întârziere configurabile. Operația de întârziere SEPL efectuează o operație de întârziere asupra evenimentelor trimise pe un flux SE. Operația produce un nou flux în care evenimentele din fluxul de intrare sunt publicate cu o anumită întârziere de timp, fără schimbarea încărcăturii lor utile. Un nod de procesare a scriptului SEPL sau rețelei SEP poate funcționa în două moduri pe baza definiției întârzierii.

Dacă întârzierea se bazează pe un anumit număr de evenimente, evenimentul de intrare este înaintat la fluxul de ieșire numai după ce numărul definit de evenimente a fost recepționat pe fluxul de intrare. De exemplu, dacă numărul de evenimente de întârziere este unu în fluxul de intrare și un eveniment a fost recepționat în fluxul de intrare, acesta va fi înaintat după recepția unui alt eveniment în fluxul de intrare, așa cum este ilustrat de asemenea în Fig. 9. Numărul de evenimente poate cuprinde orice valoare

întreagă. Fig. 9 ilustrează o operație de întârziere pe baza unui număr definit de evenimente.

Într-un mod alternativ, definiția întârzierii se poate baza pe o anumită perioadă de timp. În acest mod, evenimentul de intrare este înaintat la fluxul SE de ieșire numai după ce a trecut perioada de timp de întârziere DTP specificată pentru operație, așa cum este ilustrat de asemenea în Fig. 10. Fig. 10 ilustrează o întârziere pe baza unei perioade de timp.

Un nod de procesare SEPL adaptat să efectueze o operație de întârziere poate cuprinde următoarea structură:

```
{
  "InputStreamName": "_input_stream_name",
  "OutputStreamName": "_output_stream_name",
  "Operation": "operation",

  "Comment": "_comment",
  "Mode": "_mode",
  "DelayEvents": "_delayEvents"
  "DelayInSeconds": "_delayInSeconds"
}
```

unde trebuie completați următorii parametri:

- `_input_stream_name`: numele fluxului care trebuie utilizat ca intrare;
- `_output_stream_name`: valoarea șirului reprezentând numele fluxului de ieșire;
- `_operation`: valoarea șirului reprezentând numele operației. Pentru operatorul de întârziere trebuie să fie "Delay";
- `_comment`: conține o descriere a operatorului. Se intenționează să fie utilizat de inginerul de teren și nu influențează procesarea. Câmpul este opțional;
- `_mode`: valoarea șirului reprezentând modul de operare al operatorului. Acest parametru poate fi "NumberEvents" sau "TimePeriod";
- `_delayEvents`: valoare numerică reprezentând numărul evenimentelor de întârziere. Este opțional;
- `_delayInSeconds`: valoare numerică reprezentând numărul de secunde. Este opțional.

Pe lângă operațiile SEPL de întârziere și/sau potrivire de modele de date sau evenimente funcționale stateful, setul de operații SEPL poate cuprinde operații SEPL funcționale stateless.

Setul de operații SEPL funcționale stateless poate cuprinde o operație SEPL de abonat în care un nod de abonat al rețelei SEP este utilizat pentru a împinge observațiile în motorul SEP care urmează să fie procesat. În momentul execuției, nodul de abonat SUBN poate converti fiecare observație sau eveniment recepționat în conformitate cu o descriere a setului de caracteristici. Observația convertită poate fi publicată pe un flux de motor SEPL intern.

Setul de operații SEPL poate cuprinde în plus o operație SEPL de manipulare nulă în care un nod este utilizat pentru a trata caracteristicile care conțin valori nule.

Setul de operații SEPL poate cuprinde în plus o operație SEPL de fuziune care poate fi utilizată pentru a fuziona două fluxuri de date SE într-un flux SE nou. Fluxul de ieșire conține unirea caracteristicilor din fluxurile de intrare plus un câmp de marcaj de timp în funcție de modul de operație de fuzionare.

Setul de operații SEPL poate cuprinde în plus o operație SEPL de conversie adaptată pentru a efectua o operație de conversie utilizând o caracteristică a fluxului de date. Operația SEPL de conversie produce un nou flux în care rezultatul calculului poate înlocui valoarea caracteristicii convertite.

Setul de operații SEPL poate cuprinde suplimentar într-o posibilă variantă de realizare funcții aritmetice, în particular operații aritmetice care utilizează una sau două caracteristici ale unui flux de date. Operațiile aritmetice pot cuprinde, de exemplu, o operație de adunare, scădere, înmulțire, împărțire, comparație sau logică.

O operație SEPL aritmetică unară poate fi de asemenea prevăzută pentru efectuarea unei operații aritmetice folosind doar o caracteristică a fluxului de date. Aceste operații pot cuprinde de exemplu o operație pentru generarea unei valori absolute a unei valori numerice sau o operație pentru generarea unui logaritm al unei valori numerice. Alte funcții cuprind de exemplu o funcție cosinus sau sinus care asigură o valoare cosinus sau sinus a unei valori numerice. Operațiile SEPL mai pot cuprinde funcții aritmetice și operații cu mai mult de un argument care furnizează de exemplu, un minim sau un maxim al unor valori numerice multiple. Mai mult, operațiile SEPL cu

mai mult de un argument pot cuprinde o operație care generează o valoare medie sau o valoare mediană sau o valoare sumă a valorilor numerice multiple.

Setul de operații SEPL utilizat de motorul SEP în conformitate cu prezenta invenție mai poate cuprinde o operație SEPL de selecție care este adaptată pentru a selecta o listă a caracteristicilor unui flux de date. Operația produce un nou flux de date în care sunt publicate caracteristicile selectate.

Setul de operații SEPL mai poate cuprinde o operație de procesare a șirului unar care produce un flux nou, în care rezultatul calculului poate extinde o listă de caracteristici sau poate înlocui valoarea unei caracteristici existente.

Setul de operații SEPL mai poate cuprinde operații de procesare de durată de date unare. Operația produce un flux nou în care rezultatul calculului poate extinde o listă de caracteristici sau poate înlocui valoarea unei caracteristici existente. De exemplu, o operație poate converti o valoare a unui obiect dată și timp curent la un timp local. Mai mult, poate verifica, de exemplu, dacă o dată și timp sunt într-un weekend sau într-o zi de lucru.

Setul de operații SEPL mai poate include procesarea durată de date cu mai multe argumente. Operația poate, de exemplu, să returneze un nou timp și dată care adaugă un număr specificat de ani, luni, zile sau ore, minute, secunde sau milisecunde la o valoare recepționată a unui flux de date.

Setul de operații SEPL mai poate cuprinde o operație de filtrare care poate filtra evenimentele recepționate într-un flux SE pe baza unei caracteristici Boolene selectate. Operația produce un nou flux SE, în care sunt publicate numai evenimentele cu o caracteristică Booleană selectată egală cu "true".

Scripturile SEPL utilizate de un motor SEP conform prezentei invenții pot cuprinde o secvență de operații SEPL diferite care pot fi încărcate dintr-o bibliotecă de scripturi SEPL stocată într-o bază de date a sistemului. Scripturile SEPL încărcate pot fi instanțiate cu ușurință pentru dispozitivul țintă TD și/sau pentru sistemul industrial 1. Acest lucru poate fi realizat cu ușurință de un inginer de teren care are cunoștințe cu privire la diferitele active ale respectivului sistem industrial 1.

Fig. 11 arată un exemplu simplu al unui script SEPL care poate fi implementat într-un motor SEP conform primului aspect al prezentei invenții. În exemplul simplu ilustrat din Fig. 11, scriptul SEPL constă din cinci operații SEPL diferite care pot aparține unui set predeterminat de operații SEPL stocate într-o memorie sau într-o bază de date. Diferitele operații SEPL pot fi încărcate dintr-o bibliotecă SEP și personalizate pentru cazul respectiv de utilizare. Fig. 12 ilustrează două fluxuri de date A și B recepționate care sunt procesate de motorul SEP conform scriptului SEPL ilustrat în Fig. 11. Un prim flux de date de semnale și evenimente SEA este comparat cu o valoare de prag TH_A și un al doilea flux de date de semnale și evenimente SEB este comparat cu o a doua valoare prag TH_B . Ambele fluxuri de semnale și evenimente sunt apoi filtrate printr-o operație de filtrare SEPL și apoi sunt procesate de o fereastră SEPL și o operație de potrivire a modelelor pentru generarea unui flux de date de semnale și evenimente de ieșire pentru prelucrare ulterioară. De exemplu, fluxul de date de semnale și evenimente de ieșire poate cuprinde un flux de evenimente de alarmă. Dacă într-un sistem industrial 1 sau într-o mașină, apare un model de semnal și de evenimente, așa cum este ilustrat în Fig. 12, într-o fereastră temporală de lungime a ferestrei temporale TWL, motorul SEP generează automat un eveniment de alarmă sau o observație de alarmă. Acest eveniment poate fi trimis într-un flux la o altă entitate sau dispozitiv țintă care poate cuprinde într-o posibilă implementare un alt motor SEP adaptat pentru a procesa fluxul de date de semnale și evenimente recepționat, incluzând evenimentele de alarmă generate de scriptul SEPL ilustrat în Fig. 11. Într-o variantă de realizare posibilă, scriptul SEPL ilustrat în Fig. 11 poate fi vizualizat într-un mod de editare pentru un utilizator. Scriptul SEPL, ilustrat în Fig. 11, poate fi generat de către un inginer de teren fără a necesita nici o abilitate specifică de programare, dar care are cunoștințe despre activele industriale ale sistemului industrial 1. De exemplu, inginerul de teren poate stabili valorile de prag și operație SEPL de comparație conform expertizei sale în raport cu mașina sau sistemul industrial 1. De asemenea, lungimea ferestrei temporale TWL poate fi setată de către un inginer de câmp care creează scriptul SEPL simplu arătat în Fig. 11.

REVENDICĂRI

1. Motor de procesare a semnalelor și evenimentelor SEP, (SEPE) desfășurat pe un dispozitiv țintă (TD) al unui sistem industrial (1),

motorul SEP menționat cuprinzând:

- noduri de abonat (SUBN) adaptate să recepționeze fluxurile de date de semnale și/sau evenimente, SE, din surse ale sistemului industrial menționat (1);

- noduri de procesare (PN) adaptate să realizeze operațiuni funcționale de limbaj de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEPL, pe fluxurile de date SE recepționate conform unui script SEPL al motorului SEP menționat, în care scriptul SEPL include operații de potrivire a modelului de date sau evenimente stateful predefinite pentru generarea fluxurilor de date SE rezultate; și

- noduri de editor (PUBN) adaptate să transmită fluxurile de date SE rezultate generate la ramificațiile sistemului industrial menționat (1).

2. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform revendicării 1, în care fiecare nod al motorului SEP desfășurat pe dispozitivul țintă (TD) menționat este adaptat să efectueze o operație funcțională asociată care face parte din scriptul SEPL,

în care operația funcțională cuprinde o operație SEPL funcțională stateless sau o operație SEPL funcțională stateful.

3. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform revendicării 1 sau 2, în care fiecare nod de procesare (PN) al motorului SEP desfășurat este adaptat să aplice o operație funcțională SEPL predefinită pe fluxurile de date SE recepționate de cel puțin un nod de abonat (SUBN) sau scoase la ieșire de cel puțin un nod de procesare precedent (PN) și să livreze un flux de date SE rezultat unui nod de procesare ulterior și/sau unui nod de editor (PUBN) al motorului SEP desfășurat menționat.

4. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform revendicărilor 1 la 3,

unde fluxurile de date SE cuprind

fluxuri de date de semnal generate de sursele de generare a semnalelor ale sistemului industrial (1) și/sau

fluxuri de date de eveniment generate de sursele de generare a evenimentelor ale sistemului industrial (1).

5. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 4, în care fluxul de date de evenimente cuprinde o serie temporală de evenimente care conține caracteristici reprezentate ca și perechi cheie-valoare.

6. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 5, în care fluxul de date de semnale cuprinde fluxuri de date de senzor furnizate de senzori (2) care formează surse ale sistemului industrial (1).

7. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 6, în care nodurile motorului SEP desfășurat formează o rețea SEP (SEP-NET) cuprinzând un grafic aciclic direcționat, DAG.

8. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 7, în care motorul SEP desfășurat este implementat ca o componentă software sau ca o componentă hardware și este desfășurat pe dispozitivul țintă (TD) care face parte din sistemul industrial menționat (1) sau este conectat la sistemul industrial menționat.

9. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 8, în care dispozitivul țintă (TD) pe care este desfășurat motorul SEP cuprinde un controler logic programabil, PLC,
un calculator,

un cluster de calculatoare, un client, un server, o unitate de control a sistemului industrial menționat (1) sau o unitate de cloud a unui cloud de rețea (7) conectată la sistemul industrial (1).

10. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 9, în care sursele adaptate să furnizeze fluxuri de date SE nodurilor de abonat (SUBN) ale motorului SEP desfășurat și/sau ramificațiilor adaptate să recepționeze fluxurile de date SE rezultate generate de la nodurile de editor (PUBN) ale motorului SEP menționat cuprind entități care includ alte motoare SEP, clienți, servere și/sau baze de date ale sistemului industrial (1).

11. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 10, în care motorul SEP este configurat să comunice cu alte motoare SEP desfășurate pe alte dispozitive țintă sau entități țintă ale sistemului industrial menționat (1) prin intermediul unui agent de mesaje de evenimente.

12. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 11, în care scripturile SEPL ale motorului SEP sunt încărcate dintr-o bibliotecă de scripturi SEPL stocată într-o bază de date de cunoștințe specifică unui domeniu sau din mai multe domenii și instanțiată pentru respectivul dispozitiv țintă al sistemului industrial menționat (1).

13. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 12, în care scriptul SEPL al motorului SEP desfășurat include una sau mai multe operații de potrivire a modelului de evenimente SEPL funcționale stateful predefinite, fiecare adaptată să valideze modele de evenimente extrase din datele istorice ale fluxurilor de date SE înregistrate și stocate într-un flux de date SE recepționat de un nod de abonat (SUBN) al motorului SEP de procesare în șarje pentru o fereastră de timp glisantă cu o lungime de fereastră de timp configurabilă pentru a genera rezultate de potrivire care formează o ieșire de flux de date

SE rezultat de către un nod de editor (PUBN) al motorului SEP de procesare în șarje desfășurat.

14. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 13, în care scriptul SEPL al motorului SEP desfășurat include una sau mai multe operațiuni de întârziere SEPL funcționale stateful predefinite, fiecare adaptată să întârzie fluxurile de date SE recepționate de către nodurile de abonat (SUBN) ale motorului SEP menționat, cu perioade de timp de întârziere configurabile, pentru a genera o ieșire de fluxuri de date SE întârziate ca fluxuri de date SE rezultate de către nodurile de editor (PUBN) ale motorului SEP desfășurat.

15. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 14, în care scriptul SEPL cuprinde, în afară de operații SEPL de întârziere sau de potrivire de modele de date sau evenimente funcționale stateful, operații SEPL funcționale stateless, cuprinzând:

operații SEPL de abonat, operații SEPL de determinare de constante, operații SEPL de conversie, operații SEPL de fuzionare de fluxuri de date SE, operații funcționale aritmetice cu unul sau mai multe argumente, operații SEPL de selecție pentru selectarea caracteristicilor din fluxurile de date SE, operațiile SEPL de procesare de șiruri, operații SEPL de durată de date, operații SEPL de filtrare și operații SEPL de publicare.

16. Motorul de procesare a semnalelor și evenimentelor, SEP, conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 15, în care motoare SEP predefinite prevăzute pentru diferite tipuri de limbaj, inclusiv C++, C-Sharp, Java, sunt stocate cu o bibliotecă de scripturi SEPL asociată într-o bază de date de cunoștințe,

în care este încărcat un motor SEPL de ajustare, instanțiat și desfășurat pe un dispozitiv țintă (TD) al sistemului industrial (1).

17. Platformă de sistem de monitorizare a stării, SCM și/sau întreținere bazată pe stare, CBM, cuprinzând unul sau mai multe motoare SEP conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 16, în care regulile SCM/CBM ale platformei menționate sunt scrise ca și scripturi SEPL ale unui motor SEP desfășurat pe dispozitive țintă (TD) ale sistemului industrial (1).

18. Dispozitiv țintă al unui sistem industrial cuprinzând cel puțin un motor SEP conform oricăreia dintre revendicările precedente 1 la 16, care este instanțiat și desfășurat pe dispozitivul țintă (TD) menționat, în care motorul SEP desfășurat este executabil pentru a efectua procesarea online și/sau offline a fluxurilor de date SE recepționate de la surse ale sistemului industrial menționat (1) pentru a genera fluxuri de date SE rezultate înaintate la ramificațiile sistemului industrial (1).

19. Metodă pentru procesarea online și/sau offline a fluxurilor de date a semnalelor și/sau evenimentelor, SE, ale unui sistem industrial (1) metoda cuprinzând etapele de:

- (a) recepționare (S1) a fluxurilor de date SE din surse ale sistemului industrial menționat (1);
- (b) realizare (S2) de operații funcționale SEPL de limbaj de procesare a semnalelor și evenimentelor, pe fluxurile de date SE recepționate conform unui script SEPL al unui motor de semnale și evenimente, SEP, desfășurat pe cel puțin un dispozitiv țintă al sistemului industrial menționat (1), în care scriptul SEPL include operații de potrivire a modelelor de date sau evenimente stateful predefinite pentru generarea de fluxuri de date SE rezultate; și
- (c) înaintarea (S3) a fluxurilor de date SE rezultate generate la ramificațiile sistemului industrial menționat (1).

FIG 1

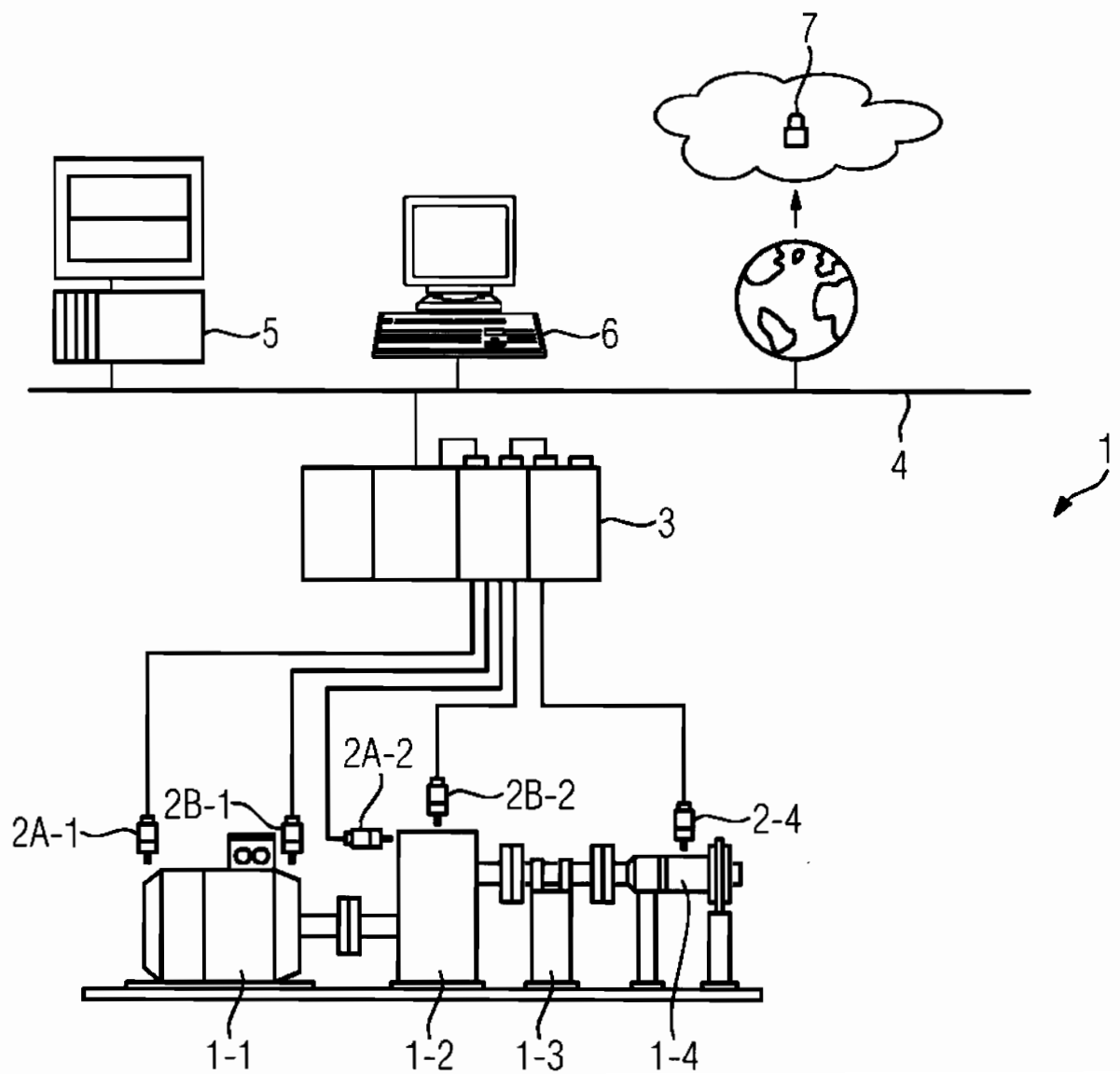


FIG 2

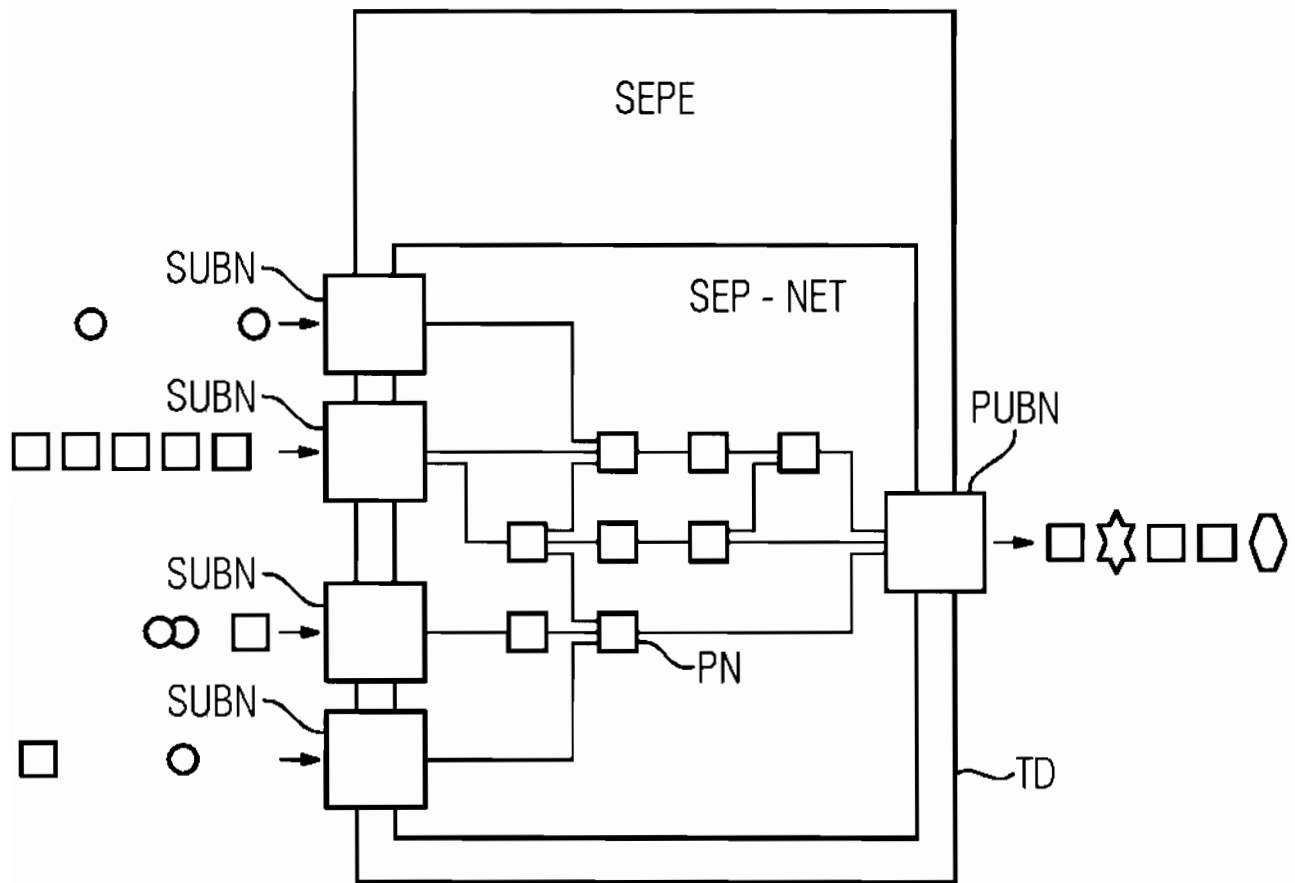


FIG 3

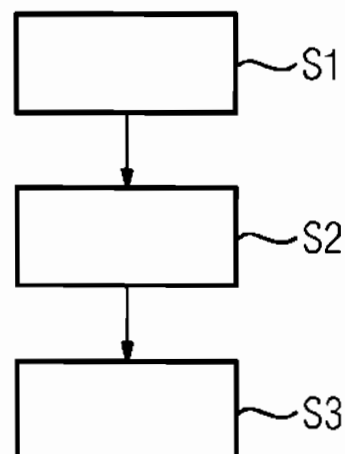


FIG 4

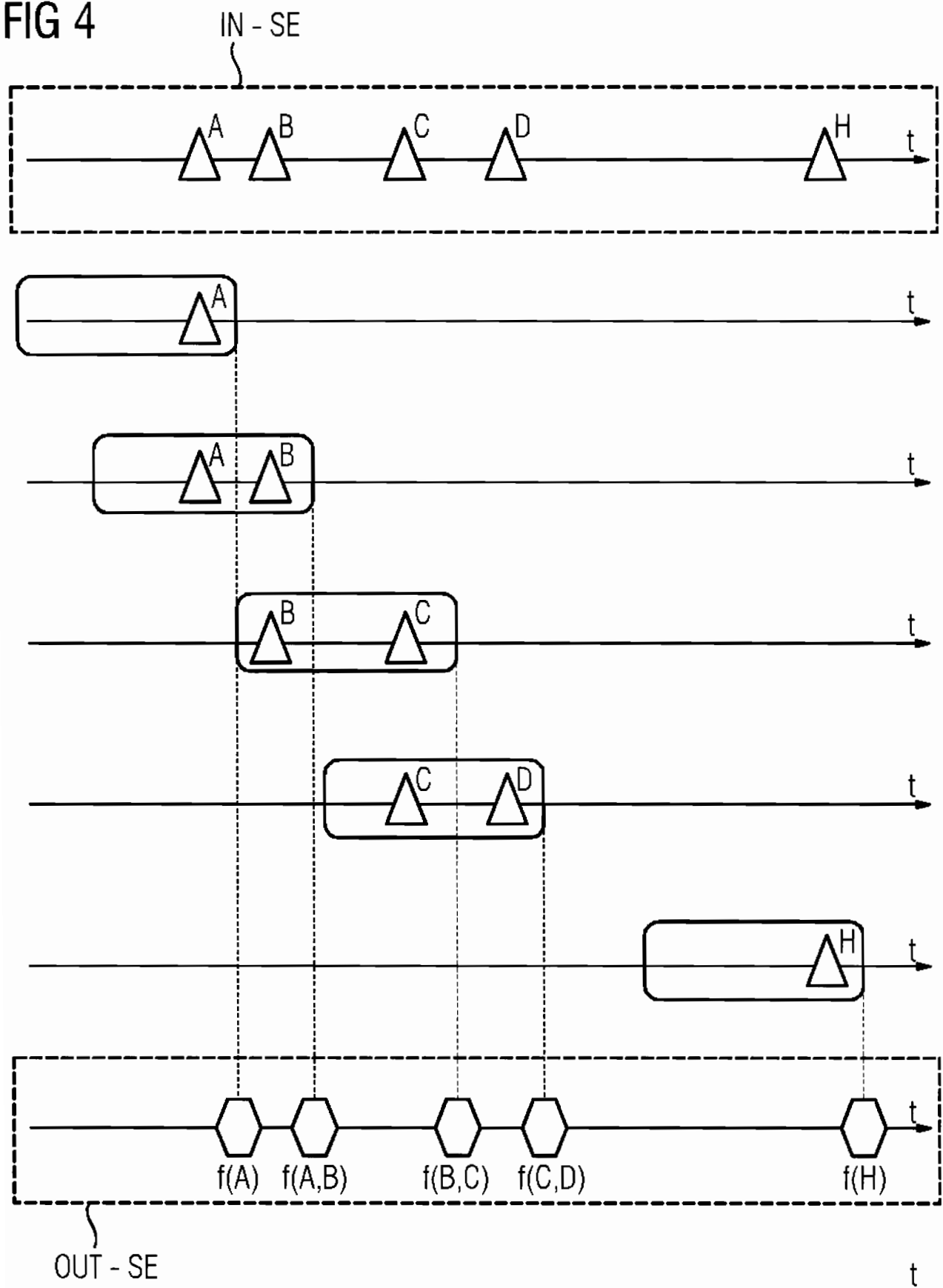


FIG 5

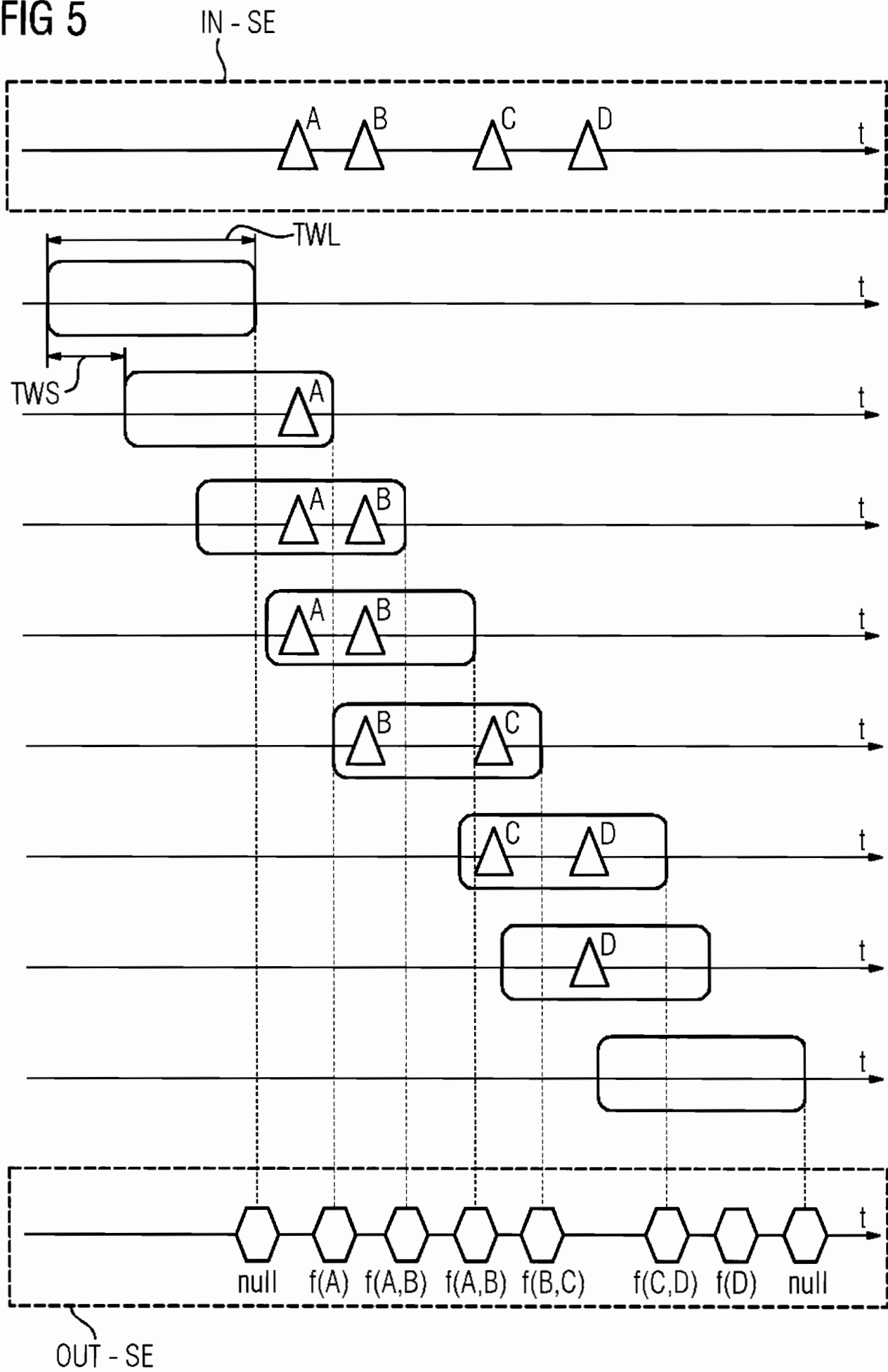


FIG 6

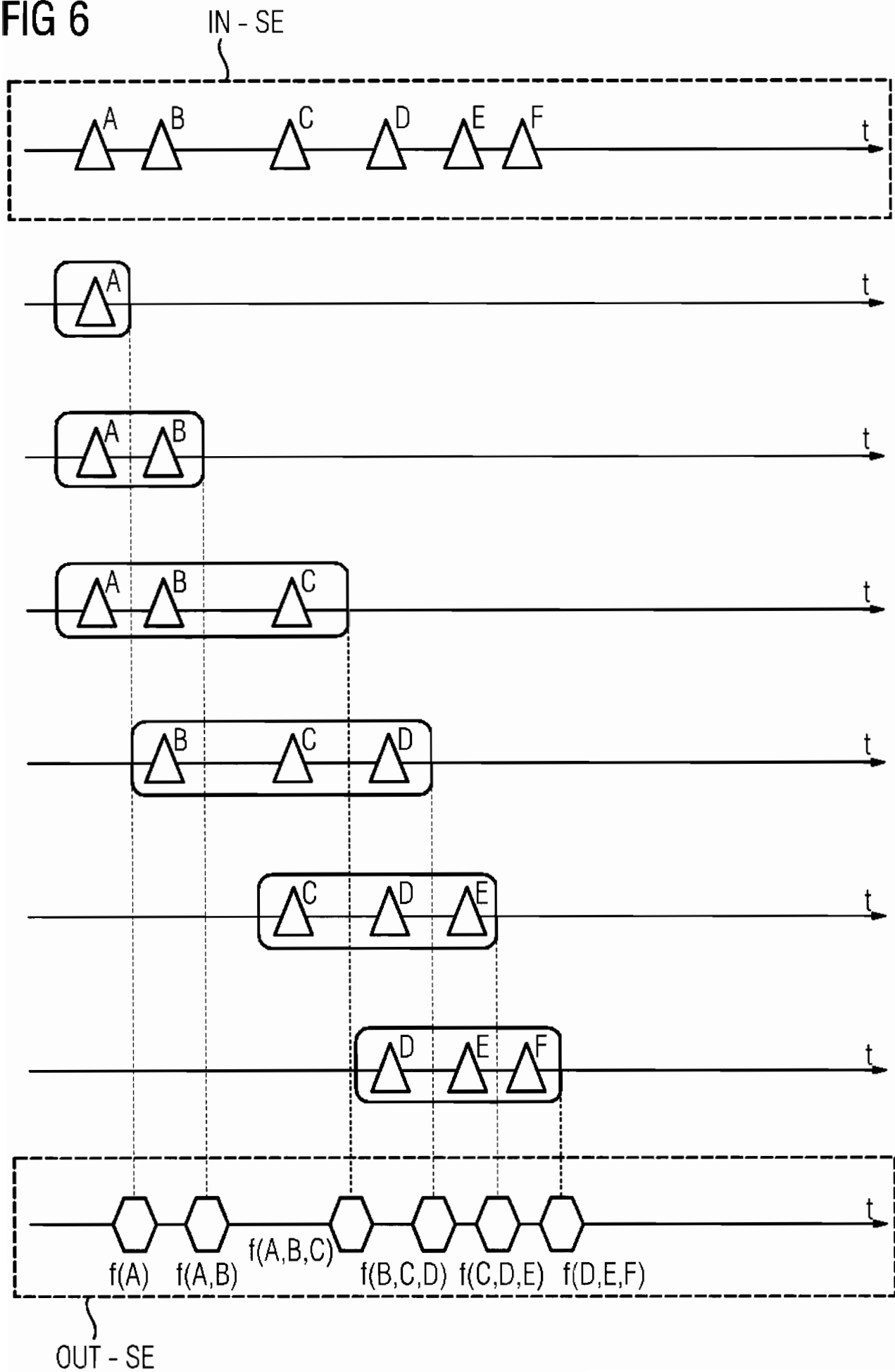


FIG 7

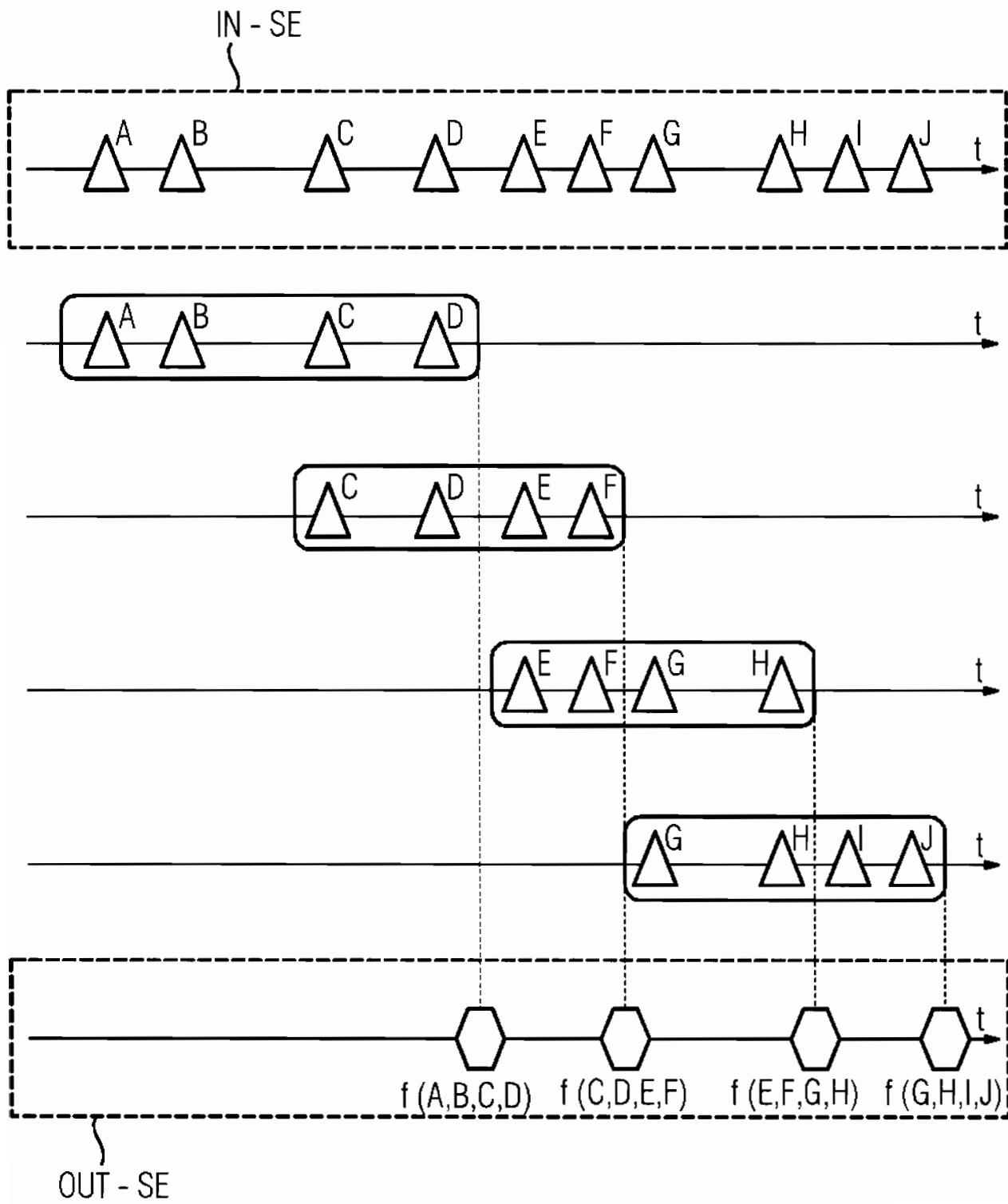


FIG 8

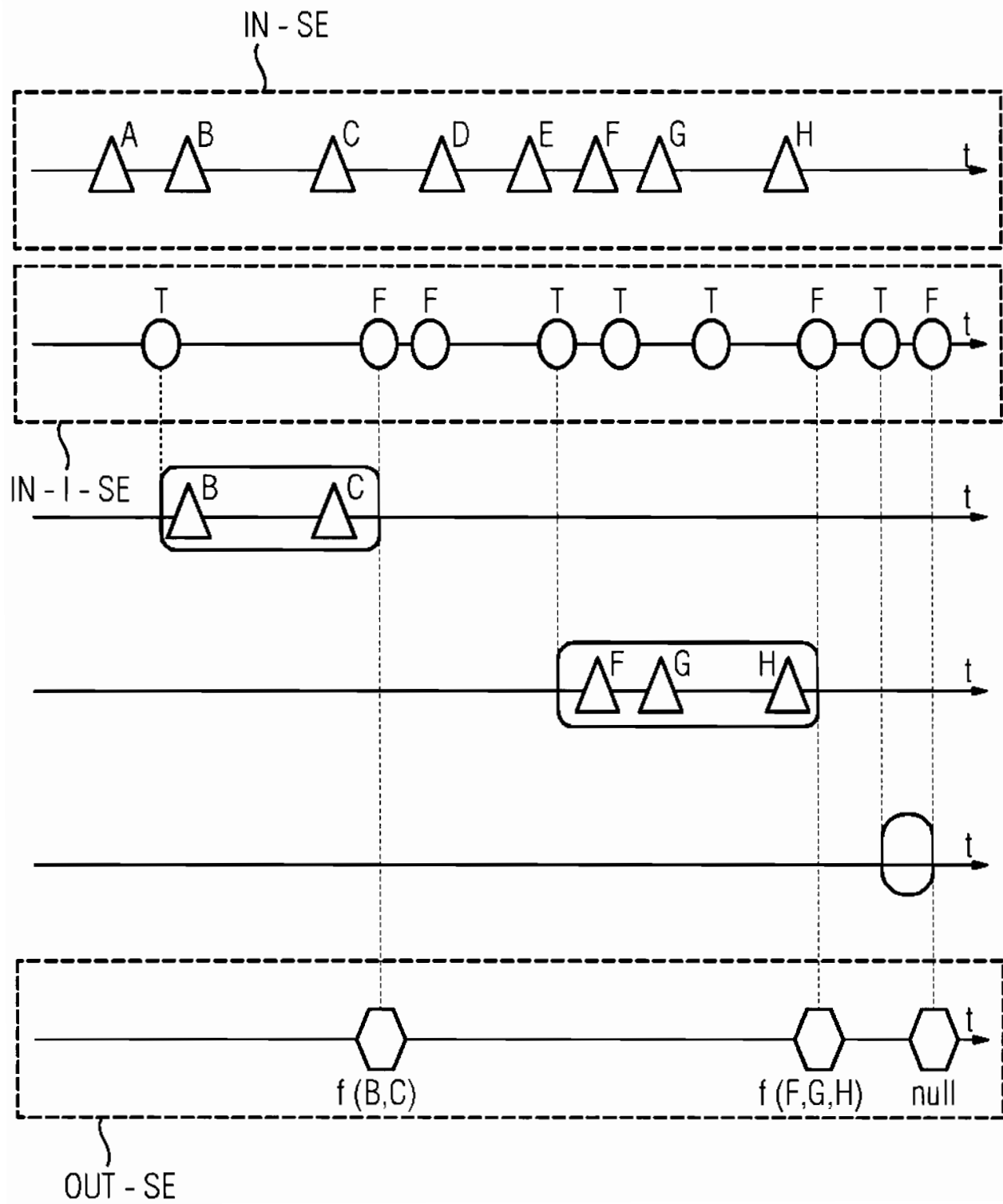


FIG 9

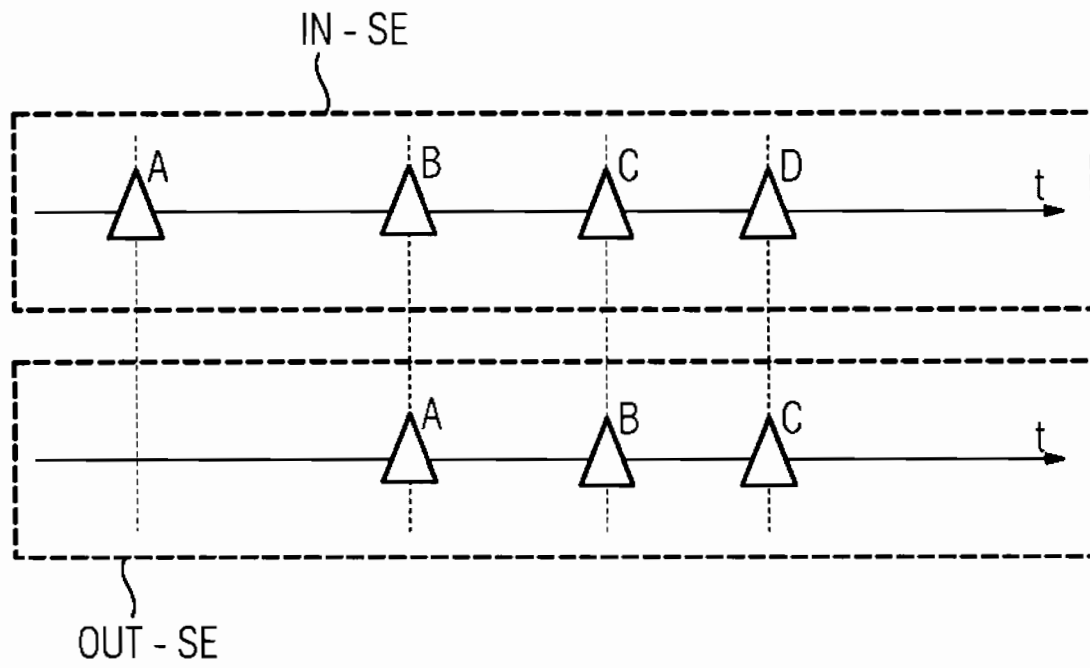


FIG 10

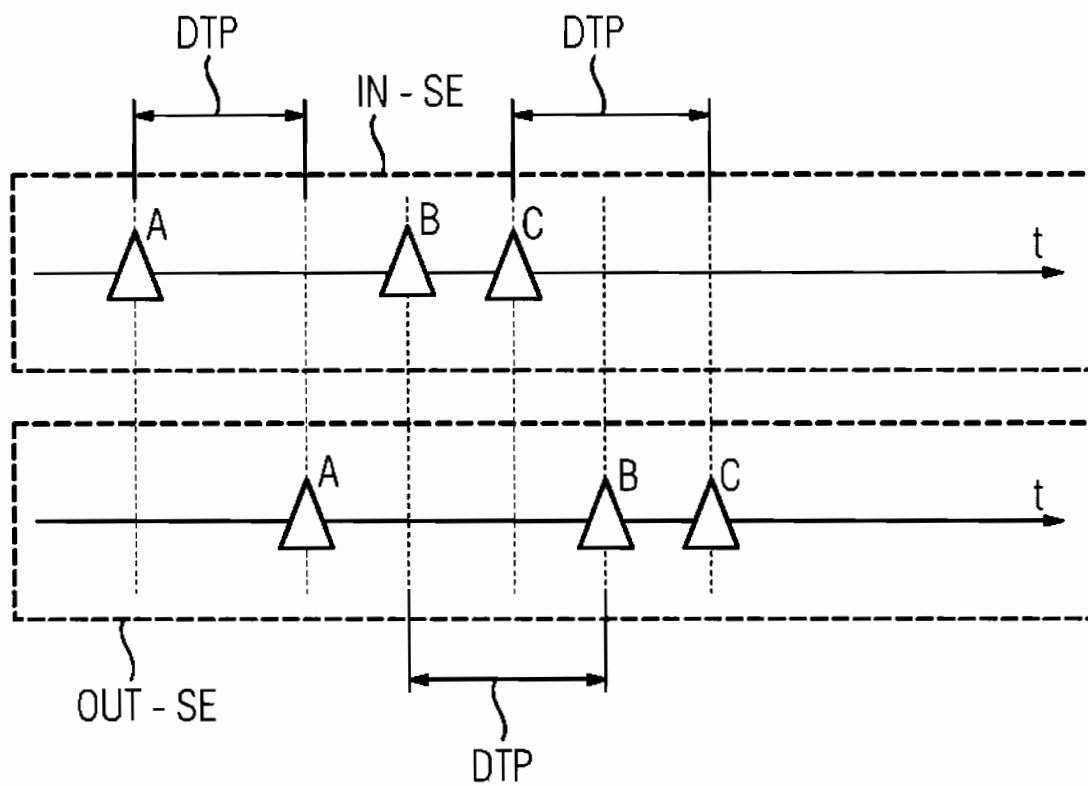


FIG 11

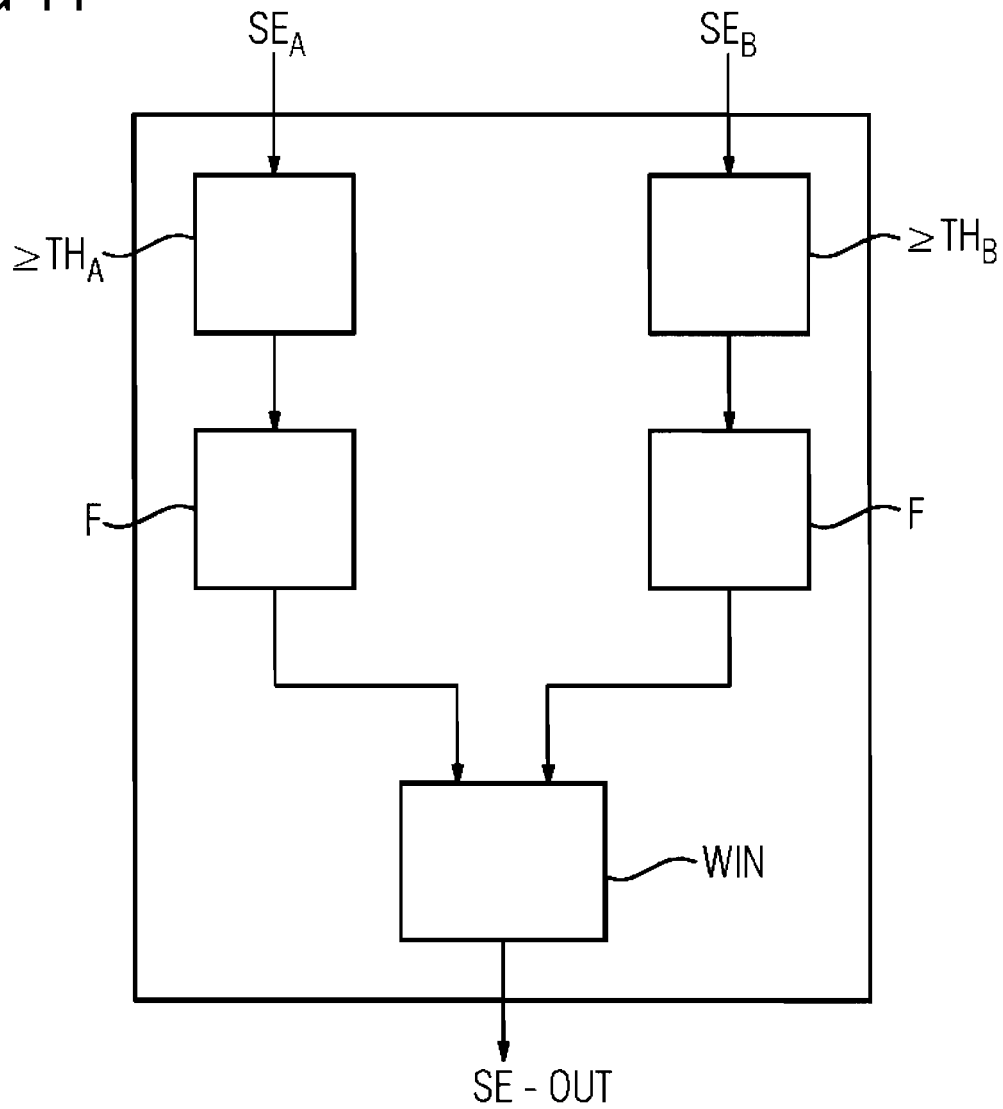


FIG 12

