



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

**Universitatea Națională de Știință și
Tehnologie POLITEHNICA București**

Școala Doctorală de Inginerie Industrială și Robotică

Domeniul fundamental de doctorat Științe Inginerești

Domeniul de Doctorat Inginerie Și Management

BOGORIN (BOGORIN - PREDESCU) L. Adrian

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

**Sistem integrat de management al calității procesului de
comunicații al informațiilor din industria automotive**

**Conducător științific,
Prof. univ. dr. ing. Aurel Mihail ȚÎȚU**

Cuprinsul rezumatului si al tezei de doctorat

Descriere	Rezumat	Teză
LISTA CU CUVINTE CHEIE	-	11
LISTA DE ABREVIERI	-	12
LISTA FIGURILOR	-	15
LISTA TABELELOR	-	20
Rezumat	-	22
Abstract	-	22
CUVÂNT ÎNAINTE	6	23
INTRODUCERE	7	24
PARTEA I-a. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII ÎN DOMENIUL MANAGEMENTULUI CALITĂȚII PROCESELOR DE COMUNICAȚII DIN INDUSTRIA AUTOMOTIVE	9	27
1. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII ÎN DOMENIUL MANAGEMENTULUI CALITĂȚII ÎN ORGANIZAȚIA BAZATĂ PE CUNOȘTINȚE DIN INDUSTRIA AUTOMOTIVE	9	28
1.1 Organizația. Organizația bazată pe cunoștințe	9	28
1.1.1 Organizația - concept și tipologie	9	28
1.1.2 Organizația - modelul generalizat al sistemului organizația	9	29
1.1.3 Organizația bazată pe cunoștințe. Organizația care învață. Organizația inovativă	9	30
1.1.4 Caracteristici specifice ale organizației bazate pe cunoștințe	10	34
1.1.5 Organizația bazată pe cunoștințe cu obiect de activitate în industria automotive	10	35
1.2 Managementul bazat pe cunoștințe cu aplicabilitate în industria automotive	10	38
1.2.1 Conceptul de management	10	38
1.2.2 Funcțiile managementului. Aplicabilitate în cadrul organizației bazate pe cunoștințe cu obiect de activitate în industria automotive	10	38
1.2.3 Factorii care pot influența respectiv impulsiona managementul bazat pe cunoștințe	11	40
1.2.4 O corelație dintre managementul bazat pe cunoștințe și managementul global - organizația viitorului cu obiect de activitate în industria automotive	11	41
1.3 Economia bazată pe cunoștințe în contextul temei de cercetare doctorală	11	42
1.3.1 Conceptul de economie bazată pe cunoștințe	11	42
1.3.2 Principiile economiei bazate pe cunoștințe aplicate și comentate în contextul temei de cercetare doctorală	12	43
1.3.3 Particularități ale economiei bazate pe cunoștințe din perspectiva temei de cercetare doctorală	12	44
1.4 Stadiul actual al cunoașterii privind managementul cunoștințelor în contextul temei de cercetare doctorală	12	46
1.4.1 Cunoștințele. Caracteristici ale cunoștințelor	12	46
1.4.2 Tipologia cunoștințelor	12	47
1.4.3 Locul și rolul cunoștințelor în cadrul procesului de inovare cu aplicabilitate în cadrul temei de cercetare doctorală	13	47
1.4.4 Cunoștințe necesare a fi utilizate în cadrul unei organizații cu obiect de activitate în industria automotive	13	48
1.4.5 Managementul cunoștințelor și legătura acestuia cu tema de cercetare doctorală	13	49
1.4.6 Transferul de cunoștințe și legătura cu tema de cercetare doctorală	13	51
1.5 Calitate, managementul calității și legătura cu tema de cercetare doctorală	14	53
1.5.1 Calitatea. Managementul calității și corelația cu tema de cercetare doctorală	14	55
1.5.2 Conceptul de calitate totală. Managementul calității totale. Concordanța cu tema de cercetare doctorală	14	56

Descriere	Rezumat	Teză
1.5.3 Conceptul ZERO defecte: îmbunătățirea continuă	15	56
1.5.4 Conceptul KAIZEN și Managementul KAIZEN: îmbunătățirea continuă	15	57
1.5.5 Conceptul de sistem integrat de management al calității într-o organizație bazată pe cunoștințe din industria automotive	15	60
1.6 Concluzii	16	62
2. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII CU PRIVIRE LA LEGĂTURA DINTRE MANAGEMENTUL PROPRIETĂȚII INTELLECTUALE ȘI IMPLEMENTAREA UNUI SISTEM DE MANAGEMENT AL CALITĂȚII ÎNTR-O ORGANIZAȚIE DIN INDUSTRIA AUTOMOTIVE	17	64
2.1 Conceptul de Proprietate Intelectuală. Forme comune consacrate ale proprietății intelectuale (Industriale)	17	64
2.2 Managementul Proprietății Intelectuale aplicat și comentat în cadrul unei organizații din industria automotive	17	65
2.3 Eficiență și eficacitate în managementul proceselor de producție din industria automotive	17	66
2.3.1 Eficiență versus eficacitate	18	67
2.3.2 Producție versus fabricație	18	69
2.3.3 Politici și strategii ale Proprietății Industriale și ale Managementului Calității într-o organizație din industria automotive	19	71
2.4 Standarde în domeniul calității aplicabile și posibil a fi implementate într-o organizație din industria automotive	19	74
2.4.1 Locul și rolul organizației din industria automotive în cadrul cercetării doctorale	20	75
2.4.2 Locul și rolul unui sistem de management integrat al calității posibil a fi implementat într-o organizație din industria automotive	20	75
2.4.3 Standarde în domeniul calității posibil a fi implementate în contextul abordat	20	76
2.5 Concluzii	20	76
3. STANDARDE ÎN DOMENIUL CALITĂȚII APLICABILE ȘI POSIBIL A FI IMPLEMENTATE DIN PERSPECTIVA PROCESELOR DE COMUNICAȚII ÎN CADRUL TEMEI DE CERCETARE DOCTORALĂ	21	78
3.1 Procese de comunicații	21	79
3.2 Arhitecturi de procese de comunicații	22	84
3.3 Particularități ale managementului calității proceselor de comunicații	23	101
3.4 Standarde în domeniul calității propuse și posibil a fi implementate din perspectiva proceselor de comunicații	23	102
3.5 Concluzii	24	107
4. STUDIU CU PRIVIRE LA EFECTUAREA UNEI ANALIZE BIBLIOMETRICE ÎN CONTEXTUL TEMEI DE CERCETARE DOCTORALĂ	24	109
4.1 Locul și rolul analizei bibliometrice în contextul cercetării	24	109
4.2 Metoda utilizată	24	110
4.3 Rezultatele obținute și interpretarea acestora	24	110
4.3.1 Analiza cuvintelor cheie „quality management”	24	110
4.3.2 Analiza cuvintelor cheie „communication protocol”	25	112
4.3.3 Analiza cuvintelor cheie „firmware platform”	25	114
4.3.4 Analiza cuvintelor cheie „embedded system”	25	116
4.4 Concluzii	25	118
5. CONCLUZII FINALE PRIVIND STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII ÎN DOMENIUL TEMEI DE CERCETARE DOCTORALE	25	120
PARTEA a II-a. CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA ÎMBUNĂȚĂȚIREA MANAGEMENTULUI CALITĂȚII PROCESELOR DE COMUNICAȚII ÎN DOMENIUL INOVĂRII CU APLICABILITATE DIRECTĂ ÎN INDUSTRIA AUTOMOTIVE	26	124

Descriere	Rezumat	Teză
6. DIRECȚIILE, OBIECTIVUL PRINCIPAL, OBIECTIVELE SPECIFICE ȘI METODOLOGIA DE CERCETARE PROPUSE ÎN CADRUL CERCETĂRII DOCTORALE	26	124
6.1 Obiectivul principal al cercetării	26	125
6.2 Obiectivele specifice cercetării	26	125
6.3 Direcțiile de cercetare	27	126
6.4 Metodologia de cercetare	27	127
7. CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA IDENTIFICAREA ȘI IMPLEMENTAREA STANDARDELOR DE COMUNICAȚII DIN UTILIZABILE ÎN PROCESELE DE COMUNICAȚII	28	129
7.1 Locul și rolul standardelor de comunicații. Conceptul utilizat și propus	28	129
7.2 Contribuții cu privire la o abordare holistică a unui sistem tehnic specific cercetării	28	130
7.3 Contribuții cu privire la modalitatea de utilizare și implementare a proceselor de comunicații. Platforma BIOComProP	29	135
7.3.1 Protocolul de comunicație	29	136
7.3.2 Procese interne de comunicație ale platformei BIOComProP localizate la calculator (BIOComProP_TS)	29	140
7.3.3 Procese interne de comunicație ale platformei BIOComProP localizate la ECU (BIOComProP_ECU)	30	145
7.4 Contribuții cu privire la implementarea unor standarde ale calității în directă legătură cu securitatea informațională	30	147
7.5 Concluzii	30	155
8. CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA PROIECTAREA PLATFORMEI INFORMATICE BIOCOMPROMP	31	157
8.1 Procese de comunicații a informațiilor utile pentru proiectarea platformei informatice BIOComProP. Interfața grafică	31	157
8.2 Arhitecturi software și hardware. Module	31	158
8.3 Integrarea platformei BIOComProP în medii de programare diverse	32	166
8.4 Software de testare și validare a unei aplicații utile din cadrul platformei BIOComProP	32	175
8.5 Concluzii	33	183
9. CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA IMPLEMENTAREA MODELULUI V ÎN CADRUL PLATFORMEI BIOCOMPROMP	33	185
9.1 Definirea proiectului propus și a utilității contribuției propuse	34	185
9.2 Procesul de dezvoltare și de implementare a proiectului propus	35	187
9.3 Posibilități existente în utilizarea unor pachete software, simulare și testare	35	191
9.4 Contribuții la elaborarea și la implementarea unei scheme logice în proiectul propus	36	198
9.5 Contribuții cu privire la legătura dintre interfața grafică și procesele de comunicații, simulare, testare ale proiectului propus. Rezultate obținute	37	200
9.6 Concluzii	38	218
10. CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA DEZVOLTAREA ȘI UTILIZAREA PLATFORMEI INFORMATICE BIOCOMPROMP ATÂT ÎN MEDIUL DE INOVARE CÂT ȘI ÎN INDUSTRIA AUTOMOTIVE	39	220
10.1 Prezentarea platformei și a utilității acesteia din perspectiva temei de cercetare doctorală	39	220
10.2 Interfața grafică. Proiectarea platformei și legătura cu teoria Protecție Proprietăți Intellectuale	39	220
10.3 Proiectarea platformei informatice BIOComProP din punct de vedere hardware și software	40	221
10.4 Contribuții la îmbunătățirea managementului calității procesului de comunicații pentru primul brevet de invenție ales utilizând platforma informatică BIOComProP	42	233

Descriere	Rezumat	Teză
10.4.1 Prezentarea brevetului ales spre analiză	42	233
10.4.2 Contribuții și rezultate obținute	43	236
10.5 Contribuții la îmbunătățirea managementului calității procesului de comunicații pentru al doilea brevet de invenție ales utilizând platforma informatică BIOComProP	44	252
10.5.1 Prezentarea celui de al doilea brevet ales spre analiză	44	252
10.5.2 Contribuții și rezultate obținute	45	255
10.6 Contribuții la îmbunătățirea managementului calității procesului de comunicații pentru un sistem de testare utilizând platforma BIOComProP cu aplicabilitate în industria automotive	48	271
10.7 Concluzii	51	292
11. CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII ORIGINALE ȘI DIRECȚII ULTERIOARE DE CERCETARE	52	295
11.1 Concluzii finale	52	295
11.2 Contribuții originale	54	297
11.3 Direcții ulterioare de cercetare	55	299
Bibliografie	55	301
ANEXE	69	317
Lista lucrărilor publicate și a brevetelor de invenție	-	324
Curriculum Vitae	-	329

CUVÂNT ÎNAINTE

Această teză de doctorat, intitulată „*Sistem integrat de management al calității procesului de comunicații al informațiilor din industria automotive*”, reprezintă rezultatul unui drum lung de învățare, cercetare și dezvoltare personală. Lucrarea s-a născut din dorința de a contribui, printr-o perspectivă proprie, la îmbunătățirea proceselor de comunicație și de management al calității în domeniul sistemelor încorporate și în industria automotive — domenii complexe, aflate într-o continuă evoluție.

Drepturile de proprietate intelectuală asupra acestei teze de doctorat aparțin în egală măsură doctorandului, precum și a conducătorului de doctorat.

Finalizarea acestei cercetări nu ar fi fost posibilă fără sprijinul și îndrumarea atentă oferite de conducătorul meu de doctorat, Prof. univ. dr. ing. dr. ec. Dr. Habil. Dr. h. c. Aurel Mihail ȚÎȚU. Îi adresez mulțumiri profunde pentru încrederea acordată, pentru răbdarea și disponibilitatea manifestate pe parcursul întregului proces de elaborare, precum și pentru sfaturile valoroase care au orientat fiecare etapă a acestui demers științific. Expertiza academică, exigența metodologică și deschiderea către dialog au constituit repere fundamentale în dezvoltarea acestei lucrări, contribuind la clarificarea aspectelor teoretice și aplicative și la formarea unei abordări riguroase și inovatoare, indispensabile pentru atingerea obiectivelor cercetării.

Mulțumiri deosebite adresez și membrilor comisiei de îndrumare și integritate academică pentru timpul acordat, pentru observațiile și recomandările utile care au contribuit la îmbunătățirea conținutului și clarității tezei de doctorat.

Adresez mulțumiri comisiei de doctorat pentru susținerea publică a tezei și pentru evaluarea riguroasă, observațiilor pertinente și recomandărilor constructive care au contribuit la confirmarea calității științifice a acestei teze de doctorat.

Îmi exprim profunda apreciere față de colegii din cadrul AUMOVIO pentru sprijinul constant, răbdarea și înțelegerea oferite pe parcursul acestei etape. Deschiderea și spiritul de colaborare pe care le-ați manifestat au contribuit în mod esențial la depășirea dificultăților și la menținerea echilibrului necesar finalizării acestei teze.

Îmi exprim recunoștința față de echipa de inventatori pentru contribuțiile esențiale, expertiza și colaborarea care au fundamentat realizarea prototipurilor și au transformat provocările în oportunități de inovare.

Cel mai profund gând de recunoștință se îndreaptă către familia mea pentru sprijinul necondiționat oferit pe parcursul întregii perioade de realizare a acestei cercetări. Înțelegerea, răbdarea și încurajările constante au fost esențiale pentru depășirea provocărilor și menținerea echilibrului necesar finalizării acestui demers. Mulțumesc pentru sacrificiile făcute, pentru timpul și resursele investite, precum și pentru încrederea acordată în momentele dificile. În mod special, doresc să mulțumesc soției mele, Oana, pentru sprijinul moral și afectiv, pentru răbdarea și înțelegerea de care a dat dovadă în perioadele solicitante. Prezența și susținerea ei constantă au reprezentat un pilon de stabilitate și motivație, fără de care această realizare nu ar fi fost posibilă.

Ing. Adrian BOGORIN (BOGORIN - PREDESCU)

INTRODUCERE

Transformarea digitală accelerată a industriei automotive a mutat calitatea din registrul exclusiv al conformității către un cadru integrat, în care managementul cunoștințelor, protecția proprietății intelectuale, standardizarea și procesele de comunicații dintre sistemele încorporate și aplicațiile de nivel înalt se condiționează reciproc. În acest context, teza de față propune și validează un sistem integrat de management al calității al procesului de comunicații, cu dublă finalitate: creșterea robusteții tehnico-funcționale a produselor mecatronice și reducerea timpului de prototipare printr-un ansamblu coerent de metode, instrumente și standarde care traversează întreg ciclul de viață al produsului, de la idee și brevet până la prototip și validare. Construcția conceptuală și aplicativă urmează logic o succesiune de capitole care împletesc analiza critică a literaturii, cadrul metodologic, contribuțiile originale și validările experimentale, astfel încât analiza să ofere o imagine coerentă asupra traseului de la problemă la soluție și impactul obținut asupra calității comunicațiilor sistemelor încorporate în automotive.

Primul capitol fixează stadiul actual al cunoașterii în managementul calității din industria automotive, pornind de la modelele organizaționale bazate pe cunoaștere și învățare și continuând cu metodologii consacrate (TQM, Six Sigma/DMAIC, Kaizen), cu accent pe modul în care acestea susțin trasabilitatea, reduc variabilitatea și asigură convergența dintre procesele tehnologice și cele informaționale.

Capitolul al doilea extinde analiza către legătura dintre managementul proprietății intelectuale și implementarea unui sistem de management al calității în automotive. Se subliniază faptul că protejarea rezultatelor cercetării (brevete, know-how, mărci) contribuie la consolidarea avantajului competitiv, iar, în mod complementar, cerințele privind asigurarea calității impun implementarea unor mecanisme riguroase de documentare, trasabilitate și control al modificărilor, care, în esență, pregătesc organizația pentru valorificarea juridică și economică a inovației. Capitolul oferă o privire cuprinzătoare asupra tendințelor recente în inovare la nivel european și global, argumentând că un sistem de comunicații bine guvernat și auditat este el însuși un activ strategic, deoarece reduce riscurile de conformitate, facilitează transferul tehnologic și accelerează drumul de la idee la piață.

În cel de-al treilea capitol, analiza se deplasează de la nivelul principiilor la cel al normelor, realizându-se o inventariere și o cartografiere a standardelor relevante care, din perspectiva proceselor de comunicații, se structurează pe straturi: de la modelul OSI și arhitectura AUTOSAR (RTE/COM/PDUR/CanTP/CanIf etc.) până la protocoalele vehiculare și interfețele fizice (CAN, LIN, FlexRay, Ethernet, UART, SPI, I²C, BLE), precum și serviciile de diagnoză (UDS/ISO 14229). Această secțiune clarifică corespondențele dintre modelele OSI și AUTOSAR, ilustrează mecanismele de fragmentare și reasamblare (ISO TP) și examinează cerințele de integritate, securitate și interoperabilitate ale mesajelor, oferind, în acest mod, un cadru de referință coerent pentru proiectarea unei soluții unitare de comunicații, capabile să asigure portabilitatea între diferite microcontrolere, compilatoare și magistrale.

Capitolul al patrulea introduce analiza bibliometrică și arată, cu instrumente cantitative, unde se află subiectul tezei în peisajul științific: dinamica temelor „quality management”, „communication protocol” și „firmware platform”, densitatea rețelelor de co-citații, liderii de țară/instituție/autori, precum și revistele-cheie. Rolul acestui demers este dublu: validează relevanța temei (prin volum, impact și tendințe) și oferă o hartă obiectivă care a ghidat selecția metodelor și focalizarea contribuțiilor, astfel încât platforma propusă să răspundă unor nevoi reale ale comunității tehnico-științifice și ale industriei.

Capitolul al cincilea face tranziția de la analiza mediului științific și normativ către nucleul aplicativ al tezei, pregătind terenul pentru definirea cerințelor și a arhitecturii soluției. Aici sunt agregate concluziile teoretice într-o listă coerentă de nevoi: mesaje de 8 octeți compatibile CAN clasic, mecanism robust de cerere-răspuns inspirat de UDS (cu feedback pozitiv/negativ), comenzi explicite pentru testare și parametrizare, trasabilitate a variabilelor interne, precum și constrângeri de portabilitate, securitate și neintruzivitate față de funcționarea ECU-ului. Această cristalizare orientată pe cerințe pregătește lansarea metodologiei și a platformei software-hardware din capitolele următoare.

Capitolul al șaselea precizează obiectivul principal, obiectivele specifice și metodologia de cercetare. Obiectivul general este dezvoltarea și validarea unei platforme integrate – BIOComProP – care combină firmware-ul din ECU, software-ul de test de pe PC și un protocol dedicat de comunicație pentru a asigura calitatea, securitatea, trasabilitatea și portabilitatea proceselor de comunicații pe întregul lanț R&D. Metodologia adoptată este una iterativ-incrementală, ancorată în modelul în V, cu trasabilitate strictă între cerințe, proiectare, implementare și validare, întărită de hărți mentale pentru planificarea livrabilelor și de analize bibliometrice pentru calibrarea direcțiilor. Obiectivele specifice acoperă, între altele, definirea protocolului de 8 octeți, mecanisme de securitate (parolă, SEED-KEY, politici anti-brute-force), o arhitectură

firmware configurabilă și portabilă, unelte de test și parametrizare, un workspace unificat pentru instrumentele R&D și un sistem de testare încorporat pentru ECU-uri.

Capitolul al șaptelea detaliază contribuțiile privind identificarea și implementarea standardelor de comunicații utilizabile în procesele de comunicații. Se proiectează și se implementează protocolul de mesaje pe 8 octeți (cu cerere/răspuns, coduri de serviciu, confirmări pozitive/negative), se definește harta de comenzi pentru porturi digitale/analogice, acces EEPROM și variabile interne și se modelează procesele de prelucrare a cadrului de date în ECU, în paralel cu mecanismele de securitate. Capitolul arată cum această stivă de comunicații, proiectată pentru portabilitate, se mapează pe interfețe UART/CAN/BLE/USB/TCP și cum este orchestrată interoperabil cu aplicația de test.

Capitolul al optulea introduce arhitectura platformei informatice BIOComProP, atât pe partea de ECU (BIOComProP_ECU), cât și pe partea de test și supervizare la PC (BIOComProP_TS), sub un „workspace” comun care lansează proiectele hardware (schemă/PCB), proiectele firmware, documentele de IP (cereri/brevete de invenție) și aplicațiile software dedicate prototipurilor. Sunt descrise interfețele grafice, modul de configurare a microcontrolerelor (ex. ESP32 prin fișiere de configurare), abstractizarea hardware-ului prin MCAL, respectiv integrarea watchdog-ului pentru robustețe. În această etapă se conturează și ciclurile de lucru IoT/edge (senzori de mediu, BLE/TCP), pentru a demonstra scalabilitatea platformei dincolo de un singur domeniu de aplicație.

Capitolul al nouălea poziționează platforma în metodologia modelului în V și o folosește drept „schelet operațional” pentru a unifica proiectarea, simularea, integrarea și validarea unei aplicații. Se prezintă instrumentele de proiectare hardware (simulări Proteus VSM, verificarea încă din faza de proiectare a disciplinelor HW/Mecanică), fluxurile firmware (organizare pe sarcini periodice, drivere periferice, procesarea mesajelor), precum și instrumentele de testare automată din BIOComProP_TS (încărcarea planului de test, verdict PASS/FAIL, exportul rezultatelor). În această logică, fiecare fază de pe „brațul stâng” al V-ului este reflectată într-o probă de verificare pe „brațul drept”, ceea ce reduce iterațiile, costurile și riscul de reproiectare hardware târzie, dar mai ales crește acoperirea scenariilor de testare a comunicațiilor.

Capitolul al zecelea demonstrează utilizarea platformei atât în mediul de inovare (validarea prototipurilor aferente unor brevete de invenție), cât și în contextul automotive. Sunt prezentate două clase de aplicații: o turbină hidroelectrică cu pale rabatabile – în care achiziția de date (tensiuni, curenți, frecvență) este făcută pe baza comenzi-răspuns standardizat și a pachetelor ciclice, cu interfețe grafice dedicate operatorului – și un scaun pentru lucrul la PC cu principiu activ de destindere a coloanei vertebrale – în care ECU-ul controlează actuatori multiple, iar platforma livrează atât comenzi deterministe (ridicare/coborâre/stop pentru lift, șezut, mănere) cât și telemetrie ciclică, plus praguri și toleranțe de siguranță bazate pe măsurarea curentului prin șunturi electronice. Pentru ambele, se cuantifică timpii de răspuns ai mesajelor, periodicitatea achizițiilor și se exemplifică traseul integral al datelor (PC → ECU → PC), incluzând exportul datelor și generarea de rapoarte, pentru a arăta cum calitatea comunicațiilor devine măsurabilă și auditabilă.

Capitolul al unsprezecelea recapitulează concluziile, reține contribuțiile originale și deschide direcțiile ulterioare de cercetare. Concluziile subliniază că o platformă unificată pentru comunicații îmbină, în mod practic, standardele, metodologia și instrumentele, crescând reziliența proceselor și scurtând drumul până la prototipările succesive; contribuțiile privesc protocolul de comunicație de 8 octeți, mecanismele de securitate, arhitectura firmware portabilă, instrumentarul de test și workspace-ul integrator; direcțiile viitoare vizează extinderea spre actualizări OTA, integrarea unor algoritmi AI pentru testare automată, consolidarea capabilităților IoT/cloud, respectiv aplicarea platformei în domenii conexe (roboți colaborativi, echipamente industriale, dispozitive medicale). În ansamblu, teza argumentează și arată experimental că excelența în calitatea comunicațiilor nu este un epilog al dezvoltării, ci o condiție de proiectare „din ziua 1”, care trebuie modelată, codificată, testată și guvernată consecvent.

În plan transversal, selecția și ordonarea capitolelor reflectă o intenție deliberată de a reconcilia două tradiții care rareori „vorbesc” în aceeași limbă: tradiția managementului calității (cu instrumentele ei de stabilizare a proceselor și de învățare organizațională) și tradiția ingineriei sistemelor încorporate (cu exigențele ei de determinism, siguranță și portabilitate). Fundamentarea teoretică (Capitolele 1–3) oferă criteriile de valoare; analiza bibliometrică (Capitolul 4) arată unde se află tema în peisajul global; trecerea către proiectare (Capitolele 5–6) transformă criteriile în cerințe, obiective și metodă; contribuțiile tehnice (Capitolele 7–10) oferă un ansamblu funcțional testat pe prototipuri reale; iar concluziile (Capitolul 11) generalizează lecțiile, trasează limitele și propun pași concreți pentru consolidarea și scalarea soluției. Prin această arhitectură, teza nu oferă doar o soluție punctuală, ci propune o „gramatică” a calității în comunicații – adică un vocabular de mesaje, roluri, protocoale și verificări – care poate fi reutilizat, extins și adaptat.

Dincolo de contribuțiile punctuale, valoarea adăugată a demersului rezidă în modul în care platforma BIOComProP și metodologia asociată regândesc practicile curente. Mesajele de comunicație pe 8 octeți și

mecanismele de feedback pozitiv/negativ simplifică interoperabilitatea și instrumentarea testelor; separarea clară a preocupărilor (MCAL, drivere, aplicație) maximizează portabilitatea; workspace-ul unificat scade entropia proceselor R&D și sporește repetabilitatea; iar integrarea de la cerințe până la testare automată creează spațiul pentru auditarea calității comunicației ca proces, nu doar ca rezultat. În logica aceasta, „calitatea comunicației” încetează să mai fie o proprietate emergentă și devine o construcție inginerască, cu parametri, limite, evidențe și rapoarte, pregătită să susțină atât rigori de certificare cât și ambițiile inovative ale unei organizații care învață.

Organizarea pe capitole este concepută astfel încât să răspundă unor nevoi diferite: practicienii pot accesa direct capitolele 7–10 pentru a adopta protocolul, arhitectura și instrumentele; decidenții își regăsesc reperele în capitolele 1–3 și 4, iar cercetătorii metodologici pot analiza în detaliu capitolul 6 pentru a înțelege designul cercetării și modul de particularizare a modelului în V pentru comunicațiile ECU–PC. Toate aceste perspective converg către aceeași concluzie: atunci când este abordat integrat, managementul calității proceselor de comunicații devine un multiplicator de valoare pentru producția inteligentă, securitatea informațională și transferul rapid al inovației în prototipuri funcționale.

PARTEA I-a. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII ÎN DOMENIUL MANAGEMENTULUI CALITĂȚII PROCESELOR DE COMUNICAȚII DIN INDUSTRIA AUTOMOTIVE

1. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII ÎN DOMENIUL MANAGEMENTULUI CALITĂȚII ÎN ORGANIZAȚIA BAZATĂ PE CUNOȘTINȚE DIN INDUSTRIA AUTOMOTIVE

1.1 Organizația. Organizația bazată pe cunoștințe

1.1.1 Organizația - concept și tipologie

Astăzi, există o mare varietate de sisteme organizaționale, de la simple asociații de familie până la corporații sau companii complexe. Organizația este singura formă de reprezentare pentru aceste entități, care sunt denumite în funcție de complexitate:

- Asociație familială;
- Firmă;
- Întreprindere;
- Companie;
- Corporație;
- Concern.

...

Organizațiile sunt definite ca invenții sociale care sunt create pentru a atinge obiective comune printr-un efort colectiv (Nicolescu, Plumb, Pricop, Vasilescu, & Verboncu, 2003).

Organizația este un grup de oameni care lucrează împreună într-o formă proprie de organizare pentru a atinge obiective comune și pentru a oferi unui client un produs sau serviciu (Oprean, Țițu, & Bucur, Managementul global al organizației bazată pe cunoștințe, 2011).

...

1.1.2 Organizația - modelul generalizat al sistemului organizația

Orice organizație poate fi analizată dintr-o perspectivă sistemică, ceea ce înseamnă că se poate identifica elemente cheie ale sistemului: elemente de intrare, elemente de stare și elemente de ieșire.

...

Elementele de intrare trec printr-un proces de transformare care este specific fiecărei organizații, devenind apoi elemente de stare, care sunt reglementate prin mecanisme și legi specifice pentru a controla procesul. De obicei, elementele de intrare reprezintă valoarea adăugată inclusă în produs, care poate fi atât tangibilă cât și intangibilă.

...

1.1.3 Organizația bazată pe cunoștințe. Organizația care învață. Organizația inovativă

Teoria organizației bazate pe cunoștințe are ca fundament teoria bazată pe resurse și revoluția cunoștințelor (Oprean, Țițu, & Bucur, Managementul global al organizației bazată pe cunoștințe, 2011). Teoria pornește de la ideile că:

- membrii organizației dobândesc cunoștințe și le depozitează dacă sunt cunoștințe implicite;

- membrii organizației trebuie să se specializeze în dobândirea și utilizarea anumitor cunoștințe din cauza limitărilor cognitive și a restricțiilor temporale;
- de obicei, diferite tipuri de cunoștințe sunt folosite pentru a produce.

...

1.1.4 Caracteristici specifice ale organizației bazate pe cunoștințe

Analizele efectuate de specialiști, ca și realitățile din organizațiile ce operează în ramurile de vârf din SUA, UE și Japonia, relevă că organizația bazată pe cunoștințe prezintă caracteristici diferite față de organizația care predomină în perioada actuală.

...

1.1.5 Organizația bazată pe cunoștințe cu obiect de activitate în industria automotive

Organizația bazată pe cunoștințe în industria automotive este un concept modern care implică administrarea, utilizarea și diseminarea cunoștințelor ca resursă cheie pentru obținerea unui avantaj competitiv față de piața. În industria auto, acest lucru e vital datorită progresului tehnologic rapid, globalizării și digitalizării. O astfel de organizație reușește să valorifice eficient expertiza colectivă a angajaților, a sistemelor și tehnologiilor pentru a crea produse mai bune, procese optimizate și soluții inovatoare.

...

O organizație bazată pe cunoștințe este o entitate care folosește resursele sale intelectuale și informaționale ca mijloc esențial de a promova inovația și dezvoltarea. În acest cadru, atât cunoștințele tacite, care sunt bazate pe experiență și practică și intuiție, cât și cele explicite care sunt documentate și codificate, devin componente active esențiale. În acest context, cooperarea între echipe, optimizarea fluxurilor de informații și îmbunătățirea continuă a proceselor și produselor sunt determinante (von Krogh, Ichijo, & Nonaka, 2000). Organizațiile din industria automotive se concentrează pe generarea, colectarea diseminarea și utilizarea cunoștințelor pentru a susține deciziile strategice.

...

Managementul cunoștințelor în industria automotive se bazează pe colectarea și utilizarea datelor pentru eficientizarea operațiunilor și evitarea scăderii calității sau productivității (Ichijo & Nonaka, 2007).

...

1.2 Managementul bazat pe cunoștințe cu aplicabilitate în industria automotive

...

Managementul cunoștințelor reprezintă procesul managerial ce implică crearea, dobândirea, stocarea și revizuirea, transferul, diseminarea și comunicarea, adaptarea și aplicarea cunoștințelor, precum și integrarea lor în cadrul organizației (Bratianu, 2015).

Alți autori sunt de părere că managementul bazat pe cunoștințe (KBM - Knowledge Based Management) implică răspândirea cunoștințelor și utilizarea optimă a capitalului angajaților. Această necesitate apare în contexte în care motivația, implicarea și schimbul de cunoștințe sunt integrate în mod natural în activitățile cotidiene ale organizației și se manifestă ca practici inerente mediului de lucru (Țîțu & Oprean, Management of intangible assets in the context of knowledge based economy, 2015).

1.2.1 Conceptul de management

...

Managementul este arta și știința de a atinge obiectivele cu ajutorul altor persoane. Aceasta presupune o serie de acțiuni și proceduri care urmăresc să îmbunătățească eficiența și eficacitatea unei organizații, maximizând în același timp utilizarea optimă a resurselor disponibile (Koontz & O'Donnell, 1955).

Managementul este funcția decizională care urmărește să asigure eficacitatea tuturor activităților dintr-o organizație, pentru a obține rezultate maxime prin folosirea optimă a resurselor disponibile. Un lider trebuie să folosească în munca sa diverse resurse, cum ar fi cele umane și financiare, să valorifice cunoștințele și abilitățile proprii, pe care să le administreze ținând cont de factorul timp. Managementul implică coordonarea eficientă a tuturor aspectelor operaționale pentru atingerea obiectivelor organizaționale (Oprean, Țîțu, & Bucur, Managementul global al organizației bazată pe cunoștințe, 2011).

1.2.2 Funcțiile managementului. Aplicabilitate în cadrul organizației bazate pe cunoștințe cu obiect de activitate în industria automotive

...

Funcțiile managementului sunt esențiale pentru succesul unei organizații din industria automotive bazate pe cunoștințe. Aceste funcții includ planificarea strategică, care ajută la stabilirea obiectivelor pe termen lung

și la identificarea pașilor necesari pentru a le atinge. Organizarea echipelor interdisciplinare permite colaborarea între specialiști din diverse domenii, maximizând astfel inovația. Coordonarea eficientă între departamente asigură o comunicare fluidă, minimizând întârzierile. Conducerea inovativă stimulează creativitatea și adaptabilitatea angajaților, iar controlul strict al proceselor garantează calitatea și eficiența. Toate aceste elemente sunt fundamentale pentru a rămâne competitiv pe o piață extrem de dinamică și tehnologic avansată, asigurând o gestionare eficientă a resurselor și un flux de lucru optim între cercetare, dezvoltare și producție.

1.2.3 Factorii care pot influența respectiv impulsiona managementul bazat pe cunoștințe

Implementarea unui sistem de management al cunoștințelor (KM - Knowledge Management) este esențială în organizații, iar diferiți factori pot stimula și influența adoptarea acestei abordări manageriale.

....

Adoptarea unor strategii eficiente de management al cunoștințelor poate conduce la obținerea unor avantaje competitive semnificative. Aceste strategii permit organizațiilor să valorifice cunoștințele acumulate, ceea ce le ajută să obțină rezultate mai bune și să îmbunătățească performanța generală.

1.2.4 O corelație dintre managementul bazat pe cunoștințe și managementul global - organizația viitorului cu obiect de activitate în industria automotive

Legătura dintre managementul bazat pe cunoștințe (KBM) și managementul global în sectorul auto este din ce în ce mai critică pe măsură ce industria evoluează ca răspuns la progresele tehnologice și dinamica pieței globale. Managementul bazat pe cunoștințe servește ca un cadru strategic care permite organizațiilor să-și valorifice activele intelectuale pentru a spori inovația, eficiența și competitivitatea într-un context global. Această sinteză explorează modul în care KBM poate fi integrat eficient în practicile globale de management din domeniul auto, concentrându-se pe evoluțiile și provocările recente.

În primul rând, industria auto trece printr-o transformare semnificativă condusă de adoptarea tehnologiilor Industry 4.0. Aceste tehnologii necesită un sistem robust de management al cunoștințelor care facilitează colectarea, procesarea și diseminarea informațiilor în lanțurile globale de aprovizionare. De exemplu, Stawiarska și colaboratorii evidențiază importanța standardizării cerințelor de competență și a pozițiilor profesionale în cadrul organizațiilor din industria automotive pentru a stimula colaborarea eficientă între partenerii internaționali (Stawiarska, Szwajca, Matusek, & Wolniak, 2021). Această standardizare este importantă pentru îmbunătățirea nivelului de maturitate al practicilor KBM, ceea ce poate duce la îmbunătățirea eficienței operaționale și a capacităților de inovare.

...

1.3 Economia bazată pe cunoștințe în contextul temei de cercetare doctorală

Noțiunea de economie bazată pe cunoștințe descrie un model teoretic și aplicat în care dezvoltarea economică este propulsată în principal de folosirea, crearea, administrarea și răspândirea informațiilor. Acest tip de economie se fundamentează pe schimbările aduse de era digitală și globalizare, evidențiind importanța inovării, învățământului, tehnologiei și resurselor umane. Economia bazată pe cunoștințe (EBC) se referă la o economie în care cunoștințele sunt resursa principală pentru creșterea economică și crearea de valoare. Cu timpul, resursele tradiționale, cum ar fi resursele naturale sau forța fizică de muncă, au început să fie înlocuite de cunoștințe. În aceste circumstanțe, cunoștințele și informațiile devin esențiale pentru a menține competitivitatea economică.

1.3.1 Conceptul de economie bazată pe cunoștințe

Conform lui David și Foray, EBC se distinge prin încorporarea cunoștințelor în procesele economice și sociale, generând valoare prin inovare și eficacitate. Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică descrie EBC ca fiind acea economie în care crearea, răspândirea și folosirea cunoștințelor au un rol esențial în creșterea productivității și a competitivității economice (David & Foray, 2001).

Kofi Annan dă un alt sens cunoașterii: „Cunoașterea este putere. Informația înseamnă eliberare. Educația este premiza progresului în fiecare societate, în fiecare familie.”

...

Economia bazată pe cunoștințe se remarcă prin folosirea și creșterea intensivă a cunoștințelor pentru a încuraja inovarea și competiția. Educația, tehnologia și resursele umane sunt fundamentale în acest sistem economic, iar reușita viitoare va fi determinată de abilitatea țărilor și organizațiilor de a fructifica cunoștințele și a stimula inovarea.

1.3.2 Principiile economiei bazate pe cunoștințe aplicate și comentate în contextul temei de cercetare doctorală

Expertul recunoscut în domeniu, Jerry Useem, a elaborat o serie de reguli privind economia bazată pe cunoștințe.

...

Fiecare dintre aceste enunțuri reflectă modul în care industria automotive și sistemele sale integrate de comunicare și management al calității evoluează într-un context global și digitalizat.

1.3.3 Particularități ale economiei bazate pe cunoștințe din perspectiva temei de cercetare doctorală

...

Un SIMC pentru procesele de comunicații în industria automotive trebuie să cuprindă următoarele componente pentru a fi eficient în economia bazată pe cunoștințe: platforme digitale avansate care facilitează analiza informațiilor în timp real, folosind volume mari de date (big data) și inteligența artificială, ecosisteme de colaborare digitală menite să conecteze părțile implicate (stake holders) pentru un flux optim de informații, infrastructuri sigure de comunicație capabile să proceseze cantități însemnate de informații instantaneu și să protejeze datele confidențiale prin metode avansate de securitate informatică, și instrumente pentru simulare și testare digitală care să permită depistarea rapidă a problemelor de calitate în faza de dezvoltare, înaintea proceselor critice de producție și să îmbunătățească procesele de producție.

1.4 Stadiul actual al cunoașterii privind managementul cunoștințelor în contextul temei de cercetare doctorală

1.4.1 Cunoștințele. Caracteristici ale cunoștințelor

...

IA este din ce în ce mai recunoscută ca o forță transformatoare în diverse sectoare, influențând profund caracteristicile cunoașterii precum accesibilitatea, adaptabilitatea și scalabilitatea. În ultimii ani, evoluția IA de la sistemele convenționale bazate pe reguli la metodologii avansate de învățare automată și de învățare profundă a sporit considerabil capacitatea sa de a procesa și analiza seturi vaste de date, îmbogățind astfel cunoștințele disponibile organizațiilor (Pană, Țițu, Tertoreanu, Moldoveanu, & Bogorin-Predescu, 2024). Tot în domeniul IA, managementului și managementului cunoștințelor, Stan și colab. analizează tendințele actuale semnificative care influențează industria managementului de proiecte IT începând cu anul 2024. Constatările lor evidențiază impactul transformator al tehnologiilor de IA și învățare automată, care revoluționează practicile tradiționale de management de proiect prin încorporarea analizelor predictive ce îmbunătățesc capacitățile decizionale ale managerilor de proiect și ale echipelor. Această integrare a instrumentelor de IA permite organizațiilor să analizeze seturi vaste de date rapid și precis, facilitând astfel alegeri strategice mai informate în planificarea și execuția proiectelor (Stan, Bogorin-Predescu, & Țițu, 2024).

...

1.4.2 Tipologia cunoștințelor

Noțiunea actuală de cunoaștere își are rădăcinile în cercetările istorice și filozofice ale lui Gilbert Ryle și Israel Scheffler. Aceștia au împărțit cunoașterea în „cunoaștere procedurală” și „cunoaștere conceptuală”,

identificând două tipuri de abilități: „competențe de rutină” și „abilități critice”, adică performanța inteligentă. Conceptul a fost dezvoltat ulterior de Lundvall și Johnson, care au definit cunoașterea din perspectivă economică, evidențiind patru mari categorii principale, ilustrate în figura 1.7 (Lundvall, 2016):

- *Know-what* sau cunoștințe factuale ... ;
- *Know-who* sau cunoștințe relaționale ... ;
- *Know-how* sau abilități practice ... ;
- *Know-why* cunoștințe fundamentale ... Aceste



Fig. 1.7 Tipuri de cunoștințe relevante din punct de vedere economic (Contribuție personală)

cunoștințe înglobează atât cunoștințele relaționale, cât și abilitățile practice.

...

1.4.3 Locul și rolul cunoștințelor în cadrul procesului de inovare cu aplicabilitate în cadrul temei de cercetare doctorală

...

Partajarea cunoștințelor este o componentă fundamentală a capacității de inovare în organizații. S-a demonstrat că managementul eficient al cunoștințelor, care include achiziția, partajarea și aplicarea cunoștințelor, influențează semnificativ rezultatele inovației și avantajul competitiv (Le & Lei, 2019) (Than, Nguyen, Tran, & Le, 2019). În industria auto, unde componentele electronice sunt parte integrantă a funcționalității produsului, abilitatea de a împărtăși cunoștințele între echipe și departamente poate duce la îmbunătățirea creativității și a capacităților de rezolvare a problemelor, conducând în cele din urmă inovația (Ologbo, Nor, & Okyere-Kwakye, 2015). De exemplu, Nguyen et al. evidențiază importanța leadershipului transformasional și a managementului cunoștințelor în stimularea inovațiilor atât radicale, cât și incrementale, sugerând că o cultură de colaborare îmbunătățește aceste procese (Nguyen, Shen, & Le, 2022).

...

1.4.4 Cunoștințe necesare a fi utilizate în cadrul unei organizații cu obiect de activitate în industria automotive

...

Cunoștințele necesare organizațiilor din industria automotive, în special în ceea ce privește componentele electronice, acoperă mai multe domenii, inclusiv mecatronică, asigurarea calității, managementul cunoștințelor și dezvoltarea de software. Pe măsură ce industria continuă să evolueze odată cu integrarea tehnologiilor avansate, accentul pus pe dobândirea și gestionarea acestor cunoștințe va fi decisiv pentru menținerea competitivității și asigurarea siguranței și fiabilității produselor auto.

1.4.5 Managementul cunoștințelor și legătura acestuia cu tema de cercetare doctorală

...

Pe măsură ce industria auto continuă să evolueze, integrarea tehnologiilor digitale și a practicilor inovatoare va juca un rol esențial în modelarea viitorului KM și SIMC. Adoptarea edge computing și Internet of Things (IoT) prezintă noi oportunități pentru îmbunătățirea proceselor de comunicare și îmbunătățirea calității componentelor auto. Folosind aceste tehnologii, organizațiile din industria automotive pot aduna date în timp real, pot monitoriza procesele de producție și pot facilita schimbul de cunoștințe între părțile interesate (Luciano & Saldanha, 2023). Această integrare a instrumentelor digitale în cadrele KM și SIMC poate duce la îmbunătățiri semnificative în practicile de management al calității și eficiența operațională generală.

...

1.4.6 Transferul de cunoștințe și legătura cu tema de cercetare doctorală

Transferul de cunoștințe este un aspect important al SIMC în industria auto, în special în ceea ce privește componentele electronice. Sectorul auto se caracterizează prin complexitatea sa și necesitatea unor standarde de înaltă calitate, care sunt esențiale pentru asigurarea siguranței, fiabilității și satisfacției clienților. Integrarea mecanismelor de transfer de cunoștințe în SIMC poate îmbunătăți semnificativ procesele de comunicare implicate în producția și managementul componentelor electronice auto.

...

Aplicarea metodologiilor Six Sigma în sectorul automotive s-a dovedit că îmbunătățește semnificativ ratele de calitate. Cadrul DMAIC (Definire, Măsurare, Analiză, Îmbunătățire, Control) din figura 1.8, oferă o abordare structurată a rezolvării problemelor care facilitează transferul de cunoștințe între echipe (De Carvalho, Potra, & Vels, 2022). Această abordare sistematică asigură că îmbunătățirile calității se bazează pe informații bazate pe date, ceea ce îmbunătățește comunicarea și colaborarea între părțile interesate.



Fig. 1.8 Metoda DMAIC (Prelucrare personală)

...

Relația dintre transferul de cunoștințe și sistemele integrate de management al calității în industria componentelor electronice auto este una

complexă și cu multiple valențe. Procesele de comunicare eficiente sunt esențiale pentru a ne asigura că practicile de management al calității sunt înțelese și implementate la toate nivelurile organizației.

...

1.5 Calitate, managementul calității și legătura cu tema de cercetare doctorală

1.5.1 Calitatea. Managementul calității și corelația cu tema de cercetare doctorală

Managementul calității are un impact substanțial asupra productivității în industria auto. Gestionarea greșită a asigurării calității și a producției poate duce la rezultate negative, solicitând o abordare integrată care echilibrează aceste două domenii esențiale. Utilizarea instrumentelor sofisticate și a proceselor de îmbunătățire continuă, cum ar fi Kaizen și alte abordări lean management, întărește ideea că calitatea este un proces continuu care implică toate nivelurile unei organizații.

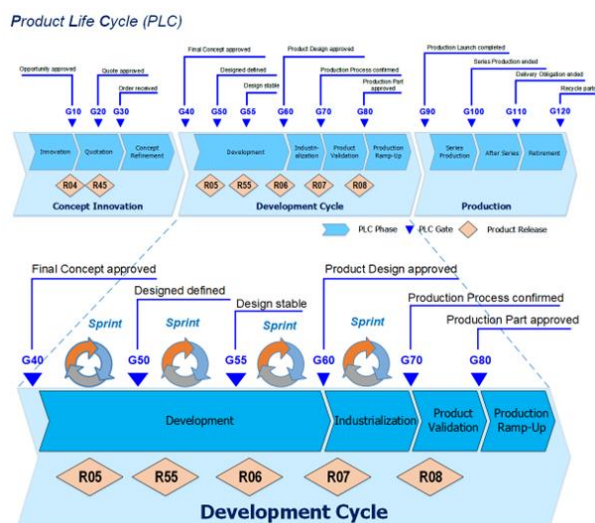


Fig. 1.9 Ciclul de viață al produsului
(readaptare după (Bogorin-Predescu, Țițu, & Țițu, Product life cycle in automotive, 2023))

furnizorii livrează prototipuri conforme, demonstrează capacitatea de a realiza piese de calitate și dispun de resursele și stațiile de lucru necesare. Inginerii furnizori de calitate efectuează audituri pre-produție, verificând capacitatea furnizorilor de a produce piese bune la frecvența cerută. Procesul de producție se bazează pe o logistică eficientă, cu livrări „just in time” de la o rețea extinsă de furnizori, minimizând astfel stocurile. Furnizorii care livrează direct către unitățile de producție sunt clasificați ca furnizori de nivel 1 (Tier 1), iar cei care furnizează piese acestora sunt furnizori de nivel 2 (Tier 2), și așa mai departe. Pentru a urca în această ierarhie, furnizorii trebuie să demonstreze capacitate de aprovizionare și, mai ales, calitate (Goicoechea & Fenollera, 2012) (Țițu, Covaci, & Bogorin-Predescu, The evolution of product quality in the automotive sector: the interdependence between raw material quality, finished products, and supplier performance, 2025).

1.5.2 Conceptul de calitate totală. Managementul calității totale. Concordanța cu tema de cercetare doctorală

În sectorul auto, aplicarea principiilor Managementului Calității Totale (MCT) contribuie la eficientizarea procedurilor de comunicare și facilitează integrarea armonizată a proceselor în sistemele complexe de management al calității. MCT se concentrează pe îmbunătățirea continuă pentru toți membrii unei afaceri și furnizorii săi, susținând o abordare holistică a calității care promovează canale de comunicare eficiente și coerente de-a lungul lanțului de aprovizionare.

Adoptarea deliberată a practicilor de management al calității totale în contextul lanțului de aprovizionare are un impact major asupra performanței organizaționale, deoarece promovează o cultură a calității în întreaga producție și relațiile cu furnizorii. MCT promovează colaborarea de-a lungul lanțurilor de aprovizionare, ceea ce duce la o mai bună calitate a managementului riscului și a performanței generale (Pattanasiri & Chaikayul, 2022). Trecerea de la roboții industriali la roboții colaborativi are implicații profunde pentru MCT din industria auto. Prin adoptarea roboților colaborativi, producătorii de automobile pot spori flexibilitatea, precizia și timpul de răspuns în procesele lor (Gusan, și alții, 2024).

1.5.3 Conceptul ZERO defecte: îmbunătățirea continuă

Conceptele Zero Defecte (ZD) și Îmbunătățirea Continuă (CI - Continuous Improvement) sunt paradigme importante în producția și managementul calității organizaționale, având ca scop nu numai reducerea defectelor produsului, ci și atingerea excelenței în procese și servicii. Convergența acestor idei este exprimată într-o varietate de abordări care încurajează îmbunătățiri sistematice în diferite contexte de producție.



Fig. 1.10 Motivația organizațiilor pentru adoptare conceptului de Zero Defecte (Bogorin-Predescu & Țițu, Total quality management in the knowledge-based organization: Managerial strategies oriented towards excellence, 2025)

Figura 1.10 arată de ce organizațiile ar trebui să considere Producția cu Zero Defecte.

Această metodă susține ideea că îmbunătățirile constante ale calității nu doar satisfac așteptările

clienților, ci și optimizează procesele operaționale, generând astfel economii semnificative de costuri. (Dinis-Carvalho, 2021).

1.5.4 Conceptul KAIZEN și Managementul KAIZEN: îmbunătățirea continuă

KAIZEN și KANBAN sunt abordări critice în domeniul îmbunătățirii continue și al producției slabe, în special în industria auto. Integrarea acestor abordări este evaluată critic prin modelarea proceselor de producție care maximizează eficiența și reduc risipa. În „Contribuțiile la modelarea proceselor de fabricație pentru implementarea metodologiei KANBAN în industria auto” (Țițu & Bogorin-Predescu, 2023) autorii subliniază

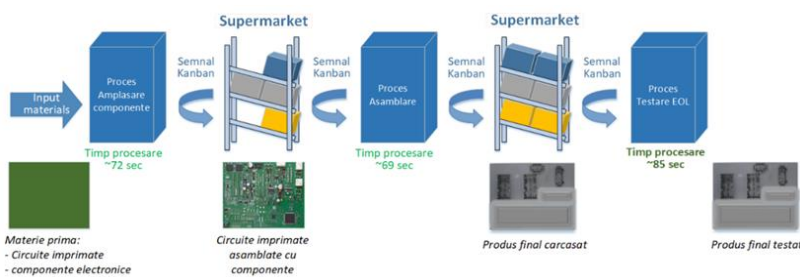


Fig. 1.12 Balansarea timpilor de procesare în fluxul din producție (Țițu & Bogorin-Predescu, Contributions to the modeling of manufacturing processes for the implementation of the kanban methodology in the automotive industry, 2022)

importanța aplicării conceptelor KANBAN la unitățile electronice de control (ECU) din sectorul auto. Autorii adoptă o abordare analitică pentru înțelegerea fluxului de producție, inclusiv investigarea timpilor inițiali de procesare la diferite stații. Figura 1.12 prezintă ultima etapă din procesul de balansare a timpilor de procesare din fluxul de producție pentru aplicarea metodei KANBAN.

Această analiză critică ajută la „echilibrarea liniei de producție”, care este necesară pentru adoptarea cu succes a sistemelor KANBAN, rezultând un flux mai fluid de materiale și timpi de livrare mai scurți.

Mai mult, studiul lor ulterior, „Modelarea procesului de testare automată a unităților electronice de control în industria auto” (Bogorin-Predescu A., Țițu, Niță, & Domnariu, 2022), extinde acest concept prin descrierea unui algoritm de testare paralel menit să reducă timpul de procesare în timpul fazei de testare la final de linie de producție (EOL – End of Line).

Examinând interrelațiile dintre mai multe proceduri de testare în „Modelarea procesului de testare paralelă întrețesute în industria auto” (Țițu & Bogorin-Predescu, 2023), autorii arată cât de semnificativ poate fi redus timpul de procesare la stația de testare EOL (End of Line) prin includerea acestor proceduri într-o arhitectură de testare paralelă. Acest lucru se potrivește în mod firesc cu ideile KANBAN, care încearcă să sincronizeze procesele și să reducă timpul de nefuncționare, fiind o componentă fundamentală a oricărui proiect KAIZEN de succes.

1.5.5 Conceptul de sistem integrat de management al calității într-o organizație bazată pe cunoștințe din industria automotive

Sistemul integrat de management al calității (SIMC) reprezintă o structură metodologică ce combină standarde și bune practici de management, concepută pentru a spori calitatea produselor și serviciilor, a eficientiza procesele organizaționale și a asigura o experiență superioară pentru clienți.

Integrează mai multe standarde:

- ISO 9001:2015 Sistemul de Management al Calității. Cerințe;
- ISO 14001:2015 Sistemul de Management de Mediului. Cerințe și ghid de utilizare;
- ISO 45001:2018 Sisteme de management al sănătății și securității în muncă. Cerințe și ghid de utilizare;
- OHSAS 18001:2008 Seria de evaluare a sănătății și securității ocupaționale;
- ISO 50001:2018 Sistemul de Management al Energiei;
- SA 8000:2008 Sistemul de Management al Responsabilității Sociale;
- ISO 26000:2010 Ghid privind responsabilitatea socială;
- ISO 37001:2025 Sistemul de Management Anti-mită. Cerințe cu ghid de utilizare;
- ISO/IEC 27001:2022 Securitatea informației, securitatea cibernetică și protecția vieții private. Sisteme de management al securității informației. Cerințe;
- ISO 28000:2022 Sistem de management al securității lanțului de aprovizionare. Cerințe;
- ISO 31000:2018 Managementul riscurilor. Linii directoare;
- ISO 26262:2018 Vehicule rutiere. Siguranță funcțională;
- IATF 16949:2016 Sistemul de Management al calității pentru Industria Auto;

...

O componentă cheie a SIMC în industria auto este integrarea procedurilor de calitate în întreaga rețea de aprovizionare. Managementul calității lanțului de aprovizionare subliniază eforturile de grup în rândul tuturor părților interesate din lanțul de aprovizionare pentru a crește calitatea produselor și satisfacția clienților, raportate pentru prima dată de Kawalla și colab. (Kawalla, Höck, & Ligarski, Supply Chain Quality Management of Magnesium Components: Concept, Examples and Recommendations, 2018), și dezvoltat în continuare de Gruszka și Misztal (Gruszka & Misztal, The new IATF 16949:2016 standard in the automotive supply chain, 2017).

...

Integrarea proceselor de calitate facilitează o perspectivă holistică asupra furnizării serviciilor, permițând organizațiilor să identifice mai eficient domeniile de îmbunătățire. Această perspectivă se aliniază cu teoriile contemporane ale managementului calității serviciilor, pledând pentru o abordare incluzivă care abordează atât aspectele operaționale, cât și cele strategice ale furnizării serviciilor (Deac-Șuteu, Țițu, & Bogorin-Predescu, 2023) (Țițu, Deac Șuteu, Dragomir, & Bogorin-Predescu, 2026).

...

1.6 Concluzii

Organizațiile sunt entități sociale create pentru a atinge obiective comune. Ele pot fi clasificate în funcție de scop (profit, non-profit, guvernamentale), structură (ierarhice, plate, matriciale), industrie (producție, servicii, hibride), proprietate (publice, private, cooperative) și dimensiune (mici, mari). Organizațiile bazate pe cunoștințe se disting prin capacitatea lor de a valorifica cunoștințele pentru a crea valoare și a obține un avantaj competitiv.

...

Organizația bazată pe cunoștințe se bazează pe teoria resurselor și revoluția cunoștințelor, având două categorii de cunoștințe: implicite (dificil de formalizat) și explicite (documentate și partajabile). Procesul de externalizare transformă cunoștințele implicite în explicite și viceversa, facilitând inovația și îmbunătățirea continuă. Echilibrul dintre aceste cunoștințe este fundamental pentru adaptabilitatea și inovarea organizației.

Managementul bazat pe cunoștințe în industria automotive implică planificarea, organizarea, coordonarea, conducerea și controlul resurselor pentru a obține performanțe optime. Este esențial pentru succesul organizațiilor din industria automotive, unde complexitatea operațiunilor și nevoia constantă de inovare sunt critice.

...

Economia bazată pe cunoștințe este un concept în care dezvoltarea economică este stimulată de utilizarea, crearea, administrarea și răspândirea informațiilor. Resursa umană, tehnologia informației și comunicațiilor, precum și inovația sunt elemente esențiale în economia bazată pe cunoștințe. Economia bazată pe cunoștințe se remarcă prin utilizarea intensivă a cunoștințelor pentru a stimula inovarea și competiția.

...

Caracteristicile cunoștințelor includ adaptabilitatea la progresele tehnologice, natura colaborativă și alinierea la practicile standardizate. Cunoștințele sunt esențiale pentru luarea eficientă a deciziilor și asigurarea calității în procesul de producție.

...

Calitatea reprezintă totalitatea caracteristicilor unui produs sau serviciu care satisfac cerințele specificate. Perspectivile calității includ standardele, orientarea către client și conformitatea. Calitatea este esențială pentru succesul organizațiilor din industria automotive, unde cerințele pieței sunt riguroase.

...

Kaizen reprezintă îmbunătățirea continuă prin participarea tuturor angajaților. Metodele Kaizen includ ciclul PDCA, sistemul de sugestii, metoda Just-in-Time și metoda 5S. Kaizen promovează o cultură a îmbunătățirii continue și implicarea activă a angajaților în procesul de inovare.

Sistemul integrat de management al calității integrează mai multe standarde și practici de management pentru a asigura calitatea produselor și serviciilor, eficiența proceselor și satisfacția clienților. SIMC combină filozofii și tehnologii de management, folosind un cadru integrat care include managementul calității totale, concepte de producție lean și abordări avansate de management al cunoștințelor.

2. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII CU PRIVIRE LA LEGĂTURA DINTRE MANAGEMENTUL PROPRIETĂȚII INTELLECTUALE ȘI IMPLEMENTAREA UNUI SISTEM DE MANAGEMENT AL CALITĂȚII ÎNTR-O ORGANIZAȚIE DIN INDUSTRIA AUTOMOTIVE

2.1 Conceptul de Proprietate Intelectuală. Forme comune consacrate ale proprietății intelectuale (Industriale)

Conceptul de proprietate intelectuală este înțeles ca protecția juridică acordată produselor creativității intelectuale umane care posedă valoare economică. În literatura academică, proprietatea intelectuală este adesea descrisă ca un concept general ce reunește diverse drepturi generate de activități creative și inovative (Hwang, 2023) (Kumar R. , 2020) (Țițu, Inventică, inovare organizațională și transfer tehnologic, Curs universitar, 2021).

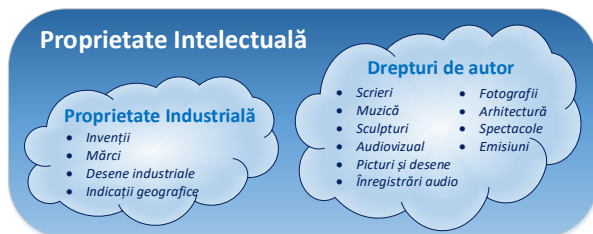


Fig. 2.1 Clasificarea Proprietății Intelectuale (Contribuție personală)

...

Pe scurt, în figura 2.1, se prezintă o clasificare a proprietății intelectuale, care cuprinde toate protecțiile juridice oferite produselor creierului uman, inclusiv inovațiile economice ale proprietății industriale și expresiile culturale în temeiul dreptului de autor.

...

2.2 Managementul Proprietății Intelectuale aplicat și comentat în cadrul unei organizații din

industria automotive

Managementul proprietății intelectuale în organizațiile din industria automotive a apărut ca un imperativ strategic pentru susținerea avantajului competitiv și încurajarea inovației. În peisajul extrem de competitiv și bazat pe tehnologia de astăzi, managementul robust al proprietății intelectuale nu numai că protejează tehnologiile și design-urile proprietare, dar servește și ca instrument strategic în procesele de inovare deschise care integrează expertiza interfuncțională în întreaga organizație (Bican, Guderian, & Ringbeck, 2017) (Papagalska, 2024).

...

Progresele tehnologice pot eficientiza procesele de producție și pot îmbunătăți experiența utilizatorului în tehnologia audio. Astfel, demonstrează cum inovația nu se limitează la industria automotive sau asistența medicală, ci se extinde în domenii precum tehnologia audio, subliniind natura interdisciplinară a progreselor moderne (Țițu, Bâlc, Bogorin-Predescu, & Bâlc, 2024). Autorii din studiul „Platformă mobilă autonomă cu sistem de dezinfecție cu raze UV, o soluție modulară și accesibilă pentru eliminarea virusurilor” subliniază o problemă mai amplă în cadrul inovării: *deși noile tehnologii pot oferi soluții inovatoare, acestea trebuie testate și optimizate riguros pentru a se asigura că își îndeplinesc eficient scopul propus* (Țițu, și alții, 2024).

...

2.3 Eficiență și eficacitate în managementul proceselor de producție din industria automotive

Gestionarea proceselor de producție în industria auto necesită o abordare echilibrată atât a eficienței, cât și a eficacității. Aceste două dimensiuni, deși sunt interdependente, se concentrează pe diferite aspecte ale performanței operaționale. Eficiența se referă la minimizarea utilizării resurselor, a risipei și a timpului, în timp ce maximizează debitul, în schimb eficacitatea pune accent pe atingerea obiectivelor dorite și a standardelor

de calitate care satisfac cerințele clienților și obiectivele strategice (Ammirato, Fattoruso, & Violi, 2022) (Soltanali, și alții, 2018).

...
Eficacitatea proceselor de producție se evaluează în funcție de măsura în care produsele respectă standardele de calitate și satisfac așteptările clienților. Această dimensiune depășește simpla optimizare a resurselor, reprezentând capacitatea intrinsecă a unui sistem de producție de a asigura calitatea superioară a produselor și de a se adapta dinamic la evoluțiile și cerințele pieței. În acest context, Soltanali și colab. (Soltanali, și alții, 2018) propune un cadru bazat pe metodologii de fiabilitate, disponibilitate și întreținere. Cercetările lor arată că, deși eficiența tehnică poate fi atinsă prin automatizare și optimizarea proceselor, eficiența generală este îmbunătățită prin asigurarea unei calități constante a produsului și menținerea rezistenței sistemului. Această dublă focalizare garantează că procesele de producție nu sunt doar rentabile, ci și fiabile și capabile să susțină avantaje competitive pe termen lung.

2.3.1 Eficiență versus eficacitate

Eficiența și eficacitatea, deși distincte, trebuie să se consolideze reciproc în managementul modern al producției. Yu și colab. (Yu, Zhang, & Ahmad, 2024) evidențiază rolul critic al inițiativelor din industria 4.0 în alinierea eficienței și eficacității. Prin integrarea dispozitivelor IoT și a analizei datelor, producătorii de automobile pot monitoriza producția în timp real, făcând posibilă ajustarea proceselor care sunt ineficiente fără a compromite standardele de calitate. În plus, metode precum abordarea integrată AHP-DEA (Analytic Hierarchy Process - Data Envelopment Analysis), așa cum este descrisă de Ammirato și colab., (Ammirato, Fattoruso, & Violi, 2022) oferă o evaluare sistematică a proceselor de producție prin cuantificarea atât a eficienței (de exemplu, reducerea deșeurilor și a costurilor), cât și a eficacității (de exemplu, satisfacția clienților și conformitatea calității). Această abordare cuprinzătoare subliniază necesitatea de a aborda ambele parametri simultan în sectorul auto, unde inovația rapidă și standardele riguroase sunt primordiale.

...
În industria automotive, eficiența și eficacitatea sunt esențiale pentru a menține competitivitatea și a asigura produse de înaltă calitate. Eficiența se concentrează pe utilizarea optimă a resurselor, în timp ce eficacitatea se referă la atingerea obiectivelor stabilite. Pentru a îmbunătăți aceste aspecte, organizațiile trebuie să analizeze și să optimizeze continuu procesele de producție.

Un instrument extrem de util pentru analiza și îmbunătățirea proceselor de producție este modelul SIPOC (Supplier – Furnizor, Input – Intrare, Process – Proces, Output – Ieșire, Customer - Client). Acest model prezentat în figura 2.3 oferă o metodă structurată pentru a vizualiza și înțelege toate elementele unui

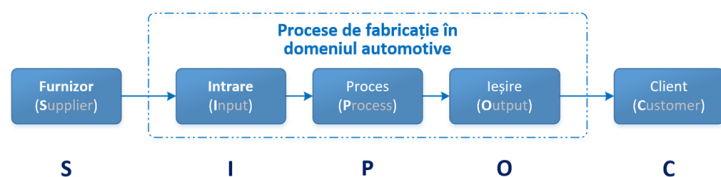


Fig. 2.3 Modelul SIPOC în industria automotive
(Bogorin-Predescu & Țițu, A specific approach about the process management in the automotive industry, 2025)

fundamentală care permite managementului și echipelor din producția automotive să înțeleagă clar procesul și contextul său (pe cine servește, ce resurse consumă), să alinieze procesul cu nevoile clienților (eficacitate) și să identifice zonele cheie unde pot fi aplicate ulterior unelte și metode specifice pentru a optimiza utilizarea resurselor și a elimina pierderile (eficiență).

2.3.2 Producție versus fabricație

În ciuda relației lor strânse, termenii producție și fabricație se referă la diferite părți ale procesului de transformare a materiilor prime în bunuri finale. Toate sarcinile strategice, de planificare și operaționale necesare pentru a obține un produs finit pe piață (de la proiectare și aprovizionare la distribuție și controlul calității) sunt incluse în expresia largă „producție” (Sudibyo, Farida, & Kurdhi, 2024). Pe de altă parte, producția se referă în special la procedurile tehnice și fizice care sunt utilizate pentru a transforma intrările în ieșiri folosind o varietate de tehnologii și procese, de la linii de asamblare convenționale la metode rapide și aditive de fabricație (Ruffo, Tuck, & Hague, 2006) (Ingarao, Priarone, Di Lorenzo, & Settineri, 2020).

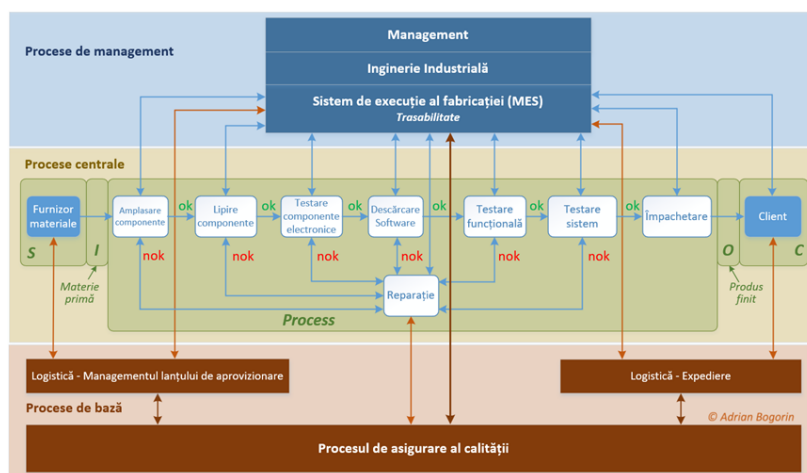


Fig. 2.4 Trei perspective de fabricare a componentelor electronice în industria automotive (Bogorin-Predescu & Țîțu, A specific approach about the process management in the automotive industry, 2025)

industrială și Sistemul de execuție a producției, MES – Manufacturing Execution System) și procese de bază (Logistica și Asigurarea Calității).

2.3.3 Politici și strategii ale Proprietății Industriale și ale Managementului Calității într-o organizație din industria automotive

O politică eficientă de proprietate industrială în organizația din industria automotive necesită protejarea inovațiilor tehnologice prin cereri de brevete proactive, gestionarea amănunțită a portofoliului și acorduri strategice de licență. Datele Oficiului European de Brevete indică faptul că sectorul transporturilor se află printre cele mai importante domenii tehnice din Europa (Cioca, Ivașcu, Turi, Artene, & Găman, 2019), subliniind importanța protejării invențiilor auto la nivel mondial.

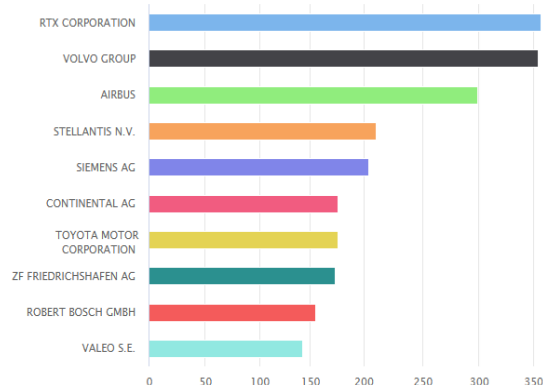


Fig. 2.6 Top 10 organizații din domeniul transporturi pentru anul 2024 (EPO, 2025)

Țîțu și colab. (Țîțu, Bâlc, Bâlc, & Oprean, 2024) demonstrează că încorporarea sistemelor mecatronice sofisticate în managementul organizațional îmbunătățește eficiența operațională și siguranța, îmbunătățind în același timp managementul cunoștințelor.

Un raport al Oficiului European de Patente precizează că în anul 2024, un număr de 10026 de cereri de brevete au fost aplicate la secțiunea Transporturi (EPO, 2025). Organizațiile producătoare de componente electronice din domeniul transporturilor care conduc în top 10 sunt prezentate în figura 2.6.

2.4 Standarde în domeniul calității aplicabile și posibil a fi implementate într-o organizație din industria automotive

Organizațiile auto funcționează în conformitate cu un cadru definit de reglementări operaționale, de siguranță și de mediu riguroase care impun stabilirea unor standarde de calitate stricte. IATF 16949:2016 este un standard cheie care combină cerințele ISO 9001 cu practicile de management al calității specifice industriei auto. Utilizarea IATF 16949 și a precursorului său ISO/TS 16949 a permis organizațiilor din industria automotive să stimuleze metodic procesele de producție, să sporească satisfacția clienților și să garanteze siguranța produselor (Gruszka & Misztal, The new IATF 16949:2016 standard in the automotive supply chain, 2017) (Ostadi, Aghdasi, & Kazemzadeh, 2010). Acest standard este consolidat prin aplicarea pe scară largă a metodologiilor, precum analiza modului de defecțiune și a efectelor (FMEA), care reprezintă un instrument esențial în cadrul sistemelor de management al calității. Prin intermediul acestei metode, riscurile pot fi

identificate și diminuate în mod sistematic pe parcursul etapelor de dezvoltare și de producție ale produsului. (Plinta, Golińska, & Dulina, 2021).

...

2.4.1 Locul și rolul organizației din industria automotive în cadrul cercetării doctorale

Industria automotive se află într-o continuă evoluție, fiind caracterizată de un grad ridicat de complexitate tehnologică și de un nivel crescut al cerințelor privind calitatea, siguranța și interoperabilitatea sistemelor. În acest context, organizațiile din industria automotive au un rol esențial în implementarea și susținerea unui sistem integrat de management al calității procesului de comunicații al informațiilor, în special în ceea ce privește schimbul de date între componentele electronice ale vehiculului, dar și pentru dezvoltarea și testarea acestora.

...

2.4.2 Locul și rolul unui sistem de management integrat al calității posibil a fi implementat într-o organizație din industria automotive

...

Rolul unui astfel de sistem este multiplu: contribuie la standardizarea proceselor, la reducerea riscurilor operaționale și la creșterea satisfacției clienților, dar și la facilitarea conformării cu cerințele legale și reglementările în vigoare. Locul său în arhitectura managerială a unei organizații din industria automotive este fundamental, având un impact direct asupra performanței globale, a culturii organizaționale și a capacității acesteia de a răspunde cerințelor unui lanț de aprovizionare global și extrem de competitiv.

2.4.3 Standarde în domeniul calității posibil a fi implementate în contextul abordat

...

Cel mai răspândit și relevant standard în domeniul calității este ISO 9001:2015, care oferă cerințele pentru un sistem de management al calității aplicabil în orice tip de organizație. Acesta pune accent pe orientarea către client, implicarea conducerii, abordarea bazată pe proces și îmbunătățirea continuă. În contextul specific al industriei auto, IATF 16949:2016 reprezintă o extensie a ISO 9001:2015, adaptată cerințelor stricte ale producătorilor de autovehicule și ale furnizorilor acestora.

Pe lângă aceste standarde axate pe calitate, într-un sistem de management integrat pot fi incluse și alte referențiale compatibile, precum:

- ISO 14001:2015 pentru managementul mediului ... ;
- ISO 45001:2018 pentru sănătatea și securitatea ocupațională ... ;
- ISO 50001:2018 pentru managementul energiei

Mai pot fi implementate și alte standarde specializate care vizează aspecte critice precum securitatea informațională și siguranța funcțională:

- ISO/IEC 27001:2022 – Sistem de management al securității informației (SMSI) ...;
- ISO 26262:2018 – Siguranța funcțională a sistemelor electrice și/sau electronice din autovehicule

...

2.5 Concluzii

Proprietatea intelectuală este esențială pentru protecția juridică a produselor creativității intelectuale umane, care posedă valoare economică. Aceasta include o gamă largă de drepturi care decurg din activități creative și inovatoare, protejând astfel expresia tangibilă a muncii mentale. Proprietatea industrială, un subset al proprietății intelectuale, protejează inovațiile comerciale și indicatorii distincți ai produselor sau serviciilor, cum ar fi brevetele, mărcile comerciale, desenele industriale și indicațiile geografice. Drepturile de autor protejează operele literare, artistice și muzicale, asigurând protecția expresiei specifice a ideilor, mai degrabă decât ideile în sine. Protecția drepturilor de autor este acordată imediat după creare, fără a fi necesară înregistrarea, spre deosebire de drepturile de proprietate industrială care necesită înregistrare formală.

...

Eficiența se referă la minimizarea utilizării resurselor, a risipei și a timpului, în timp ce eficacitatea pune accent pe atingerea obiectivelor dorite și a standardelor de calitate care satisfac cerințele clienților și obiectivele strategice. Eficiența și eficacitatea sunt interdependente și esențiale pentru performanța operațională. Tehnologiile de automatizare contribuie semnificativ la eficiența proceselor de producție, reducând eroarea umană și risipa de resurse.

...

IATF 16949:2016 combină cerințele ISO 9001:2015 cu practicile de management al calității specifice industriei auto, facilitând metodic procesele de producție, sporind satisfacția clienților și garantând siguranța produselor.

...

Integrarea managementului proprietății intelectuale cu sistemele de management al calității este vitală pentru organizațiile din industria automotive. Aceasta nu numai că protejează inovațiile tehnologice, dar și asigură excelența operațională, contribuind la sustenabilitatea pe termen lung și la îmbunătățirea continuă a performanței organizaționale.

3. STANDARDE IN DOMENIUL CALITĂȚII APLICABILE ȘI POSIBIL A FI IMPLEMENTATE DIN PERSPECTIVA PROCESELOR DE COMUNICAȚII ÎN CADRUL TEMEI DE CERCETARE DOCTORALĂ

...

Comunicarea și telecomunicațiile sunt domenii interconectate care formează coloana vertebrală a schimbului de informații în societatea modernă. Comunicarea cuprinde procesul mai larg de transmitere a mesajelor și informațiilor prin diverse medii, în timp ce telecomunicațiile se referă în mod specific la tehnologiile și sistemele care facilitează comunicarea la distanță. Această distincție evidențiază rolul tehnologiei în permiterea eficienței și eficacității comunicării, în special într-un context global.

...

Importanța infrastructurii de telecomunicații este subliniată de rolul său integral în facilitarea creșterii și dezvoltării economice. De exemplu, studiile au arătat că progresele în telecomunicații pot crește venitul pe cap de locuitor și pot reduce șomajul în regiunile în curs de dezvoltare (Ayub, Rasheed, Ahmad, & Bashir, 2021). Eficacitatea rețelelor de telecomunicații este esențială; fiabilitatea lor influențează direct eficiența proceselor de comunicare, afectând atât rezultatele sociale, cât și cele economice (Luo & Kianfar, 2022). Conform lui Tertoreanu și colab. privind sistemele informatice integrate, procesele de comunicare sunt esențiale pentru coordonarea activităților legate de gestionarea controlului la frontieră, deoarece permit schimbul de informații în timp real, esențial pentru luarea deciziilor și succesul operational (Tertoreanu, și alții, 2024). Autorii subliniază faptul că aceste sisteme informatice facilitează nu numai diseminarea informațiilor, ci și analiza acestora, încurajând o abordare colaborativă între diverse entități implicate în menținerea securității în cadrul spațiului Schengen.

...

3.1 Procese de comunicații

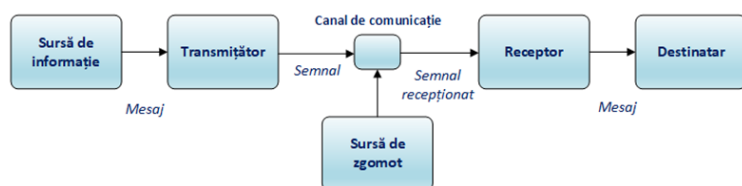


Fig. 3.1 Teoria comunicației (Shannon & Weaver, 1949)

...

Teoria comunicației a lui Claude Shannon, cunoscută și sub numele de teoria informației, este un cadru matematic fundamental care descrie procesul de transmitere a informației între o sursă și un receptor, printr-un canal de comunicație (Fig. 3.1). A fost

publicată în 1948 în lucrarea sa intitulată „A Mathematical Theory of Communication” (Shannon & Weaver, 1949). ...

Atunci când teoria lui Shannon și Weaver este adaptată pentru utilizări practice, precum transmiterea datelor în cadrul sistemelor hidroenergetice, conceptele acesteia devin esențiale. În cazul instalațiilor hidroelectrice, o comunicare eficientă între echipamente și sistemele de control depinde în mod direct de calitatea și funcționalitatea canalului prin care sunt transmise datele (Țițu & Bogorin-Predescu, Communication management for the acquisition of data between the pc and a device called the hydroelectric turbine deployed linearly on the course of flowing water, 2024). Această utilizare constituie un exemplu concret al modelului propus de Shannon și Weaver, unde turbina hidroelectrică are rolul de emițător, calculatorul care procesează informațiile acționează ca receptor, iar canalul de comunicație este reprezentat de fluxul de date asigurat prin mijloace tehnologice.

....

Arhitectura AUTOSAR reprezintă un progres semnificativ în industria auto, în special în domeniile arhitecturii software, portabilității și interoperabilității. Structura sa oferă dezvoltatorilor auto metode standardizate pentru crearea de componente software care pot interacționa perfect între unitățile de control electronic (ECU) ale diferiților producători. Această standardizare răspunde complexității tot mai accentuate a software-ului din domeniul auto, în special în cadrul sistemelor avansate de asistență a șoferului (ADAS), care impun cerințe ridicate privind fiabilitatea, reutilizarea și mentenabilitatea (Park & Choi, 2019) (Freund,

2008) (Sandmann & Thompson, 2008). Autorii studiului (Neamțu, Țițu, Pop, & Bogorin-Predescu, 2024) evidențiază impactul sistemelor ADAS în îmbunătățirea siguranței rutiere prin inovații precum sistemele de evitare a coliziunilor, pilotul adaptiv și asistența la menținerea benzii de rulare.

...

Unul dintre aspectele critice ale AUTOSAR este arhitectura sa stratificată, care include un nivel de aplicație unde se află componentele software, un mediu de execuție (RTE) și module software de bază (BSW) care facilitează comunicarea între componente (Freund, 2008) (Lee, Park, Sunwoo, & Lee, 2013). Această modularizare permite dezvoltarea de software ECU care nu este doar adaptabil, ci și conform standardelor de reglementare, cum ar fi ISO 26262 pentru siguranța funcțională (Santiago, Machado, Imbasciati, & Costa, 2024). Aceste componente pot funcționa independent, permițând o mai mare flexibilitate în proiectarea și integrarea software-ului din ECU.

3.2 Arhitecturi de procese de comunicații

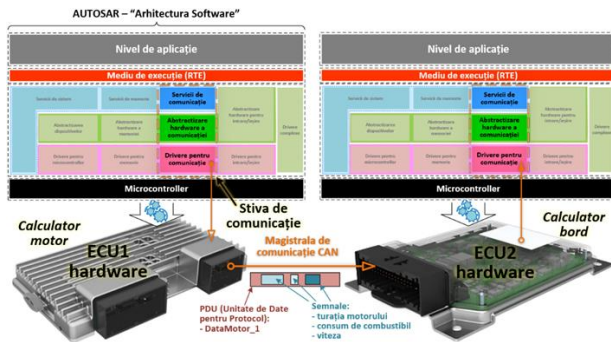


Fig. 3.6 Comunicația dintre 2 ECU-uri pe magistrala CAN (Contribuție personală)

protecție a comunicațiilor AUTOSAR către o abordare centrată pe hardware, care îmbunătățește performanța și fiabilitatea transmiterii semnalului, reflectând în același timp cu acuratețe integritatea datelor comunicațiilor transmise prin PDU-uri. Această migrare simplifică eficient procesul de creare și trimitere a PDU-urilor, deoarece oferă un cadru robust pentru generarea de coduri de redundanță ciclică (CRC – Cyclic Redundancy Check) și alte verificări necesare pentru asigurarea corectitudinii datelor în timpul transmisiei (Căpriță & Selișteanu, 2022).

...

Există 2 standarde care sunt utilizate pentru diagnosticarea vehiculelor:

- OBD (On-Board Diagnostics, ISO 15031-1:2010) se referă la capacitatea de auto-diagnosticare și raportare a unui vehicul. Sistemele OBD oferă proprietarului vehiculului sau tehnicianului care repară vehiculul în service, acces la starea diferitelor subsisteme ale vehiculului;
- UDS (ISO 14229-1:2020) specifică cerințele independente de legătură de date ale serviciilor de diagnosticare auto în vehiculele rutiere. A fost implementat de producătorii de vehicule pentru a satisface nevoia de date de diagnosticare și funcționalități mai bogate dincolo de limitele protocoalelor OBD axate pe emisii.

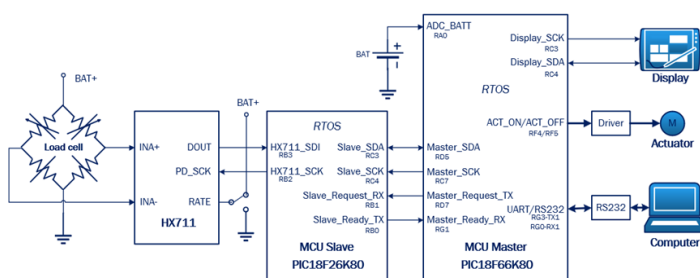


Fig. 3.16 Comunicație între un microcontroller master și un slave (Țițu & Bogorin-Predescu, Modeling of the communication process between two microcontrollers in order to optimize the execution of specific tasks, 2023)

empirice, aceștia explorează modul în care gestionarea eficientă a datelor și latența redusă pot duce la o execuție optimizată a sarcinilor, ceea ce este esențial în sistemele care necesită răspunsuri în timp real.

...

Figura 3.6 prezintă fluxul de date, pe magistrala CAN, dintre 2 unități electronice de control dintr-un autovehicul: ECU 1 – calculator de motor și ECU 2 – calculatorul de bord. În principal, în acest schimb de informații dintre cele 2 unități de control sunt implicate stivele de comunicație dintre cele 2 dispozitive.

...

Migrarea AUTOSAR în domeniul optimizării hardware facilitează și mai mult gestionarea eficientă a acestui proces de mapare. Căpriță și Selișteanu discută migrarea bibliotecilor de

...

Cercetarea efectuată de Țițu și Bogorin-Predescu aduce în lumină metodologiile de îmbunătățire a procesului de comunicare dintre 2 microcontrolere prezentate în figura 3.16, subliniind paradigma Master-Slave inerentă comunicațiilor I2C. Potrivit autorilor, o modelare adecvată a procesului de comunicare poate duce la o îmbunătățire semnificativă a performanței în executarea sarcinilor specifice atribuite microcontrolerelor. (Țițu & Bogorin-Predescu, 2023). Prin abordări analitice și

...

3.3 Particularități ale managementului calității proceselor de comunicații

...

Potrivit lui Borsese și colab., calitatea comunicației afectează direct performanța sistemelor de management integrate, inclusiv a celor bazate pe IT. Prin urmare, managementul calității proceselor de comunicații necesită o atenție riguroasă asupra infrastructurii tehnologice, dar și a comportamentului uman (Borsese, McDowall, & Andrade, 2003).

...

Prin implementarea unei infrastructuri de comunicație robuste și utilizarea protocoalelor industriale standardizate, autorii din (Țîțu, Gusan, & Bogorin-Predescu, Enhancing collaborative robot communication with electrical discharge machine through modbus TCP integration: a feasibility and application study, 2023) demonstrează cum se pot atinge niveluri superioare de calitate în procesele de comunicații industriale, facilitând astfel optimizarea și flexibilizarea proceselor de producție.

...

3.4 Standarde în domeniul calității propuse și posibil a fi implementate din perspectiva proceselor de comunicații

...

Cel mai relevant standard internațional care influențează calitatea proceselor de comunicație este ISO 9001:2015, „Sisteme de management al calității. Cerințe”. Deși nu dictează în mod explicit „cum” se comunică, acest standard subliniază importanța comunicării eficiente în cadrul unui sistem de management al calității.

...

AUTOSAR este o inițiativă de standardizare care definește o arhitectură software deschisă pentru ECU-urile din vehicule. Scopul său principal este asigurarea interoperabilității și portabilității software-ului. Comunicare în cadrul AUTOSAR definește reguli stricte pentru nivelurile de comunicație din vehicul:

- *Comunicația pe magistrală ...;*
- *Protecția End-to-End (E2E) ...;*
- *Comunicația Orientată pe Serviciu (SOME/IP) ...;*

Calitatea în comunicația din arhitectura AUTOSAR este garantată prin standardizare (utilizarea de interfețe și protocoale comune), robustețe (toleranță la erori și mecanisme de corecție), eficiență (utilizarea optimă a lățimii de bandă) și predictibilitate (esențială pentru aplicațiile critice în timp real).

...

Modelul V nu doar ghidează dezvoltarea sistemelor, ci și impune o cultură a comunicării riguroase și documentate, esențială pentru a asigura calitatea, trasabilitatea și succesul proiectelor, în special în industrii cu cerințe stricte precum cea auto.

...

CAN (Controller Area Network), standardizat prin ISO 11898, este pilonul comunicațiilor interne ale vehiculelor.

...

LIN (Local Interconnect Network), standardizat prin ISO 17987, a fost dezvoltat ca o soluție ieftină și simplă pentru comunicațiile în rețea. Din perspectiva calității și a proceselor de comunicație, LIN este optimizat pentru aplicații unde cerințele de viteză și complexitate sunt scăzute.

...

FlexRay, standardizat prin ISO 17458, este un protocol de comunicație conceput pentru aplicații critice de timp real, unde predictibilitatea și siguranța sunt primordiale, cum ar fi sistemele de frânare electronice (brake-by-wire) sau direcția asistată electronică (steer-by-wire).

...

Ethernet Automotive, în special prin standardul BroadR-Reach, este răspunsul la nevoia de comunicații de mare viteză și la volume masive de date în vehiculele moderne.

...

Standardele de comunicație auto definesc procesele de comunicație esențiale care asigură calitatea, siguranța și fiabilitatea vehiculelor. De la robustețea CAN la simplitatea LIN, de la predictibilitatea FlexRay la viteza Ethernet Automotive, fiecare standard joacă un rol vital în funcționarea armonioasă a automobilelor moderne, garantând că fiecare bit de informație contribuie în mod esențial la asigurarea unei experiențe de condus caracterizate prin siguranță și calitate superioară.

3.5 Concluzii

Comunicarea și comunicația reprezintă procese fundamentale în orice sistem contemporan, fie el social, tehnologic sau industrial. Distincția semantică dintre cei doi termeni este relevantă în contextul limbii române, unde „comunicarea” descrie procesul de schimb de informații între entități, iar „comunicația” desemnează mijloacele tehnice prin care acest schimb este realizat. În timp ce limba engleză folosește unificator termenul „communication”, în română este necesară o delimitare terminologică mai clară, mai ales în domeniile ingineriei și tehnologiei informației.

În domeniul sistemelor electronice auto, comunicarea între componentele interne ale vehiculului este gestionată de arhitecturi software specializate. Una dintre cele mai importante este AUTOSAR, care oferă un cadru standardizat pentru interacțiunea între unitățile de control electronic. Structura sa stratificată, cuprinzând componente software, medii de execuție și module de bază, facilitează dezvoltarea scalabilă și portabilă a aplicațiilor auto. Prin separarea logicii aplicației de infrastructura hardware, se permite o adaptare rapidă la cerințele specifice ale fiecărui producător sau model de vehicul.

În paralel, activitățile de diagnoză a componentelor electronice sunt susținute de standarde dedicate. ISO 14229, cunoscut sub acronimul UDS (Unified Diagnostic Services), oferă o structură standardizată pentru identificarea și remedierea defecțiunilor din sistemele vehiculului. Acest protocol, de tip client-server, este implementat în ECU-uri și permite testerelor externe să solicite informații privind starea internă a componentelor, să efectueze teste sau să descarce actualizări software. Integrarea UDS în arhitectura AUTOSAR aduce beneficii semnificative în ceea ce privește compatibilitatea, reutilizarea și extinderea funcționalităților de diagnosticare.

În prezent, AUTOSAR este printre singurele arhitecturi standardizate care permite comunicația între microcontrolere, integrând ocazional și un calculator pentru diagnosticarea rețelei sau a unui ECU specific. În industria auto, utilizarea microcontrolerelor este bine reglementată, acestea fiind special concepute pentru acest domeniu. Astfel, ele dispun de resurse interne superioare față de cele comerciale: memorie RAM și FLASH mai mare, arhitectură multicore și numeroase porturi de intrare ieșire.

4. STUDIU CU PRIVIRE LA EFECTUAREA UNEI ANALIZE BIBLIOMETRICE ÎN CONTEXTUL TEMEI DE CERCETARE DOCTORALĂ

4.1 Locul și rolul analizei bibliometrice în contextul cercetării

Analiza bibliometrică ocupă un loc central în arhitectura cercetării moderne. Ea oferă un cadru solid pentru măsurarea și înțelegerea producției științifice și sprijină luarea deciziilor la toate nivelurile sistemului de cercetare. Cu toate că aplicarea sa necesită discernământ și adaptare, dezvoltarea continuă a metodelor analitice și accesul la baze de date tot mai complexe garantează un rol tot mai important al bibliometriei în configurarea viitorului științei.

4.2 Metoda utilizată

Numărul de lucrări exportate din WOS, spre analiză bibliometrică este prezentat în tabelul 4.1.

Tab. 4.1 Numărul de lucrări supuse analizei bibliometrice

Cuvinte cheie	Număr de lucrări	Perioada
”quality management”	28741	2010-2025
”communication protocol”	6858	2010-2025
”firmware platform”	917	2010-2025
”embedded system”	10196	2010-2025

4.3 Rezultatele obținute și interpretarea acestora

4.3.1 Analiza cuvintelor cheie „quality management”

Cuvintele cheie „quality management”, care apare mai mult de 5 ori în baza de date principală WOS au fost incluse în analiză. Dintre cele 69728 de cuvinte cheie, 5707 au atins pragul minim de 5 apariții. Cuvintele

cheie care au apărut cel mai des au fost „quality management” (cu puterea totală a legăturilor cu alte cuvinte cheie de 22773), „performance” (cu puterea totală a legăturilor cu valoarea de 15966), „impact” (puterea totală a legăturilor 16874), „quality” având puterea totală a legăturilor cu valoarea de 9186 și „total quality management” cu puterea totală a legăturilor de 10727.

...

4.3.2 Analiza cuvintelor cheie „communication protocol”

Cuvintele cheie „communication protocol”, care apare mai mult de 5 ori în baza de date principală WOS au fost incluse în analiza. Dintre cele 17994 de cuvinte cheie, 1062 au atins pragul minim de 5 apariții. Cuvintele cheie care au apărut cel mai des au fost „communication protocol” (cu puterea totală a legăturilor cu alte cuvinte cheie de 1215), „internet of things” (cu puterea totală a legăturilor cu valoarea de 1368), „security” (puterea totală a legăturilor 1302), „protocols” având puterea totală a legăturilor cu valoarea de 1572 și „internet” cu puterea totală a legăturilor de 1153.

...

4.3.3 Analiza cuvintelor cheie „firmware platform”

Cuvintele cheie „firmware platform” nu apar împreună în baza de date WOS, dar ele sunt asociate cu alte cuvinte cheie. Din cele 3260 de cuvinte cheie, doar 106 au atins pragul de minim 5 apariții. Cuvintele cheie care au apărut cel mai des au fost „internet of things” (cu puterea totală a legăturilor cu alte cuvinte cheie de 140), „firmware” (cu puterea totală a legăturilor cu valoarea de 106), „iot” (puterea totală a legăturilor 79), „security” având puterea totală a legăturilor cu valoarea de 97 și „internet” cu puterea totală a legăturilor de 102.

...

4.3.4 Analiza cuvintelor cheie „embedded system”

În analiza au fost incluse cuvintele cheie „embedded system”, care apare mai mult de 5 ori în baza de date principală WOS. Dintre cele 24815 de cuvinte cheie, 1430 au atins pragul minim de 5 apariții.

...

4.4 Concluzii

...

În concluzie, analiza bibliometrică realizată evidențiază necesitatea intensificării cercetării în domeniul platformelor de comunicare pentru inovare, precum și în cel al firmware-ului dedicat sistemelor încorporate. Frecvența scăzută a aparițiilor termenului „firmware platform” în literatura de specialitate sugerează un domeniu insuficient explorat, dar cu un potențial considerabil pentru dezvoltări tehnologice și științifice viitoare.

...

5. CONCLUZII FINALE PRIVIND STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII ÎN DOMENIUL TEMEI DE CERCETARE DOCTORALE

Organizațiile contemporane, în special cele din industria automotive, se află într-un proces accelerat de transformare, determinat de digitalizare, globalizare și accentuarea rolului cunoștințelor ca resursă strategică. În acest context, modelul organizației bazate pe cunoștințe devine un imperativ, oferind flexibilitate, adaptabilitate și capacitatea de a valorifica atât cunoștințele explicite, cât și cele implicite. Industria automotive, caracterizată prin complexitate tehnologică și presiuni competitive, constituie un cadru ideal pentru implementarea acestui model, întrucât succesul depinde de abilitatea organizațiilor de a transforma informația în acțiune și de a integra procesele de învățare continuă.

Integrarea managementului cunoștințelor, a calității și a proprietății intelectuale într-un Sistem Integrat de Management al Calității (SIMC) este esențială pentru asigurarea conformității, trasabilității și inovării. Standardele internaționale precum ISO 9001, IATF 16949 și ISO 26262 oferă cadrul metodologic necesar pentru dezvoltarea acestor sisteme, în timp ce tehnologiile Industry 4.0 și arhitecturile software precum AUTOSAR susțin interoperabilitatea și performanța organizațiilor. În plus, managementul proprietății intelectuale nu mai reprezintă doar un instrument juridic, ci devine un activ strategic care protejează know-how-ul și facilitează scalarea și internaționalizarea.

Brevetele, mărcile și modelele industriale contribuie la crearea unui avantaj competitiv sustenabil, iar integrarea lor în politicile organizaționale este vitală. Într-o economie bazată pe cunoaștere, valoarea unei organizații nu mai este determinată exclusiv de activele fizice, ci de ideile, procesele și cunoștințele pe care le deține. Astfel, protejarea și valorificarea sistematică a cunoașterii devin priorități strategice. În același timp, procesele de comunicații, susținute de arhitecturi standardizate și protocoale avansate, asigură funcționarea

coerentă a sistemelor electronice din vehicule și permit integrarea serviciilor de diagnosticare și actualizare software. Aceste elemente contribuie la crearea unui ecosistem inovativ și rezilient, capabil să răspundă rapid la schimbările pieței și să gestioneze complexitatea tehnologică.

Concluzionând, succesul organizațiilor din industria automotive depinde de capacitatea lor de a integra armonios managementul cunoștințelor, al calității, al comunicațiilor și al proprietății intelectuale într-o strategie unitară. Adoptarea unui SIMC matur, susținut de infrastructuri digitale și de o cultură organizațională orientată spre învățare continuă, constituie fundamentul competitivității. Organizațiile care reușesc să transforme cunoștințele în valoare, să gestioneze eficient complexitatea și să răspundă agil la schimbări vor defini viitorul industriei auto.

PARTEA a II-a. CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA ÎMBUNĂTĂȚIREA MANAGEMENTULUI CALITĂȚII PROCESELOR DE COMUNICAȚII ÎN DOMENIUL INOVĂRII CU APLICABILITATE DIRECTĂ ÎN INDUSTRIA AUTOMOTIVE

6. DIRECȚIILE, OBIECTIVUL PRINCIPAL, OBIECTIVELE SPECIFICE ȘI METODOLOGIA DE CERCETARE PROPUSE ÎN CADRUL CERCETĂRII DOCTORALE

6.1 Obiectivul principal al cercetării

Teza de doctorat intitulată *”Sistem integrat de management al calității procesului de comunicații al informațiilor din industria automotive”* propune o cercetare științifică bazată pe un sistem integrat de management al calității cu referire la procesul de comunicații al informațiilor din cadrul unor organizații industriale din industria automotive. Teza de doctorat rezolvă cele mai întâlnite probleme cu privire la identificarea și implementarea unor standarde de comunicații în cadrul proceselor de comunicații cât și propune contribuții originale privind dezvoltarea, validarea și integrarea unei platforme informatice atât în mediul de inovare cât și în industria automotive.

În cadrul capitolului cu numărul 11, sunt prezentate contribuțiile originale care au rezultat în urma formulării și dezvoltării obiectului principal al cercetării anterior menționat.

6.2 Obiectivele specifice cercetării

Obiectivele specifice din cadrul cercetării doctorale sunt:

- studiul stadiului actual al cunoașterii în domeniul managementului calității în organizații bazate pe cunoștințe din industria automotive;
- studiul corelației dintre managementul bazat pe cunoștințe și managementul global în contextul luării în considerare a unui scenariu desfășurat într-o organizație a viitorului cu obiect de activitate în industria automotive;
- studiul cu privire la înțelegerea și aplicarea unui management al cunoștințelor în ceea ce privește tema de cercetare abordată în teza de doctorat;
- studiul stadiului actual al cunoașterii cu privire la legătura dintre managementul proprietății individuale și implementarea unui sistem de management al calității într-o organizație bazată pe cunoștințe din industria automotive;
- studiul cu privire la identificarea standardelor în domeniul calității posibil a fi utilizate și ulterior implementate în procesele de comunicații al informațiilor;
- studiu cu privire la realizarea și formularea unor concluzii pertinente obținute în urma efectuării unei analize bibliometrice cu directă legătura cu tema de cercetare doctorală;
- contribuții cu privire la identificarea și implementarea unor standarde de comunicații aplicabile în procesele de comunicații cu legătură directă cu tema de cercetare doctorală;
- contribuții cu privire la proiectarea, validarea unei platforme informatice utile pentru desfășurarea în bune condiții a cercetării științifice din cadrul pregătirii pentru doctorat;
- contribuții cu privire la dezvoltarea la nivel de detaliu în vederea utilizării platformei informatice proiectate în mediul de inovare dar și într-o organizație industrială bazată pe cunoștințe din domeniul automotive;
- definirea și implementarea unui protocol de comunicație, cerere-răspuns, interoperabil pe magistrale uzuale din industria automotive, structurat pe mesaje de comunicație din 8 octeți (bytes) dintre un calculator supervisor și un sistem încorporat echipat cu microcontroller;
- elaborarea unui mecanism de securitate, care integrează procese de autentificare pe bază de parolă, schimb de tip ”SEED–KEY” și politici de protecție împotriva atacurilor de tip ”brute-force”, aliniat

principiilor Sistemului de Management al Securității Informației (SMSI), conform standardului ISO/IEC 27001;

- definirea și implementarea unei arhitecturi firmware flexibile și configurabile pentru sistemele încorporate cu scopul de a grăbi procesul de dezvoltare al prototipului funcțional;
- implementarea unei aplicații software pentru calculator care are rolul de a testa, valida și parametriza ECU-ul în faza de testare și de dezvoltare a prototipului prin intermediul protocolului de comunicație;
- definirea și elaborarea proceselor interne de comunicație din cadrul sistemelor încorporate și aplicației software situată la calculator pentru comanda și controlul acestora;
- dezvoltarea unui sistem integrat care gestionează toate uneltele software utilizate în cadrul activităților de cercetare și dezvoltare pentru ECU-uri și prototipuri funcționale;
- Abordarea Modelului V pentru toate fazele de dezvoltare a proiectelor și prototipurilor din cadrul platformei integrate;
- dezvoltarea rapidă a prototipurilor funcționale ale brevetelor de invenție pe baza platformei informatice;
- implementarea unui sistem de testare încorporat pentru testarea unități electronice de control (ECU), din cadrul industriei auto, în fazele de dezvoltare a firmware-ului;

Toate obiectivele specifice cercetării doctorale au fost atinse.

6.3 Direcțiile de cercetare

...

Reutilizarea software-ului nu este doar o opțiune tehnică, ci o strategie de management al calității și al costurilor. Prin implementarea unor biblioteci modulare, a unor șabloane de proiect și a unui workspace (spațiu de lucru) configurabil, se asigură nu doar accelerarea dezvoltării de prototipuri, ci și trasabilitatea completă între cerințe, design și testare. În plus, această abordare facilitează portabilitatea între platforme hardware diferite, un aspect critic în ecosistemele auto multi-vendor.

Astfel, direcția de cercetare orientată spre platformizare și reutilizare reprezintă fundamentul pentru atingerea unui nivel ridicat de maturitate tehnologică, reducerea costurilor de dezvoltare și creșterea competitivității în domeniul sistemelor încorporate.

În cadrul direcțiilor de cercetare s-au identificat două zone distincte: management și inginerie. Zona de management este centrată pe calitate, procese și guvernare, iar direcțiile din zona de inginerie sunt concentrate pe sisteme încorporate și software.

Direcțiile din zona de management sunt:

- *Trasabilitate end-to-end „cerință–design–implementare–test”* (alinieri la Modelul V și la principiul dublei verificări pe fiecare nivel de integrare).
- *Integrarea principiului „Securitate by Design” în procesele de comunicație. ... ;*
- *Guvernarea cunoașterii și a proprietății intelectuale. ... ;*
- *Industrializarea testării. ... ;*
- *Modelul SIPOC adaptat pentru a descrie fluxul informațional și funcțional al unui ECU, oferind o imagine clară asupra elementelor care intră, proceselor interne și rezultatelor generate.*

Direcțiile din zona ingineriei, în special a sistemelor încorporate și software sunt:

- *Proiectarea unor arhitecturi de comunicație portabile între PC și ECU ... ;*
- *Platformizarea dezvoltării software-ului încorporat. ... ;*
- *Asigurarea securității operaționale la nivelul ECU-urilor. ... ;*
- *Integrarea cadrelor de testare HIL (Hardware-in-the-Loop) ... ;*

6.4 Metodologia de cercetare

Metodologia cercetării doctorale a fost construită pe un proces iterativ și incremental, bazat pe principiile abordării științifice a proiectării și pe structura metodologică a modelului în V, pentru a garanta trasabilitatea completă între etapele de definire a cerințelor, proiectare, implementare și validare. Etapele principale au fost următoarele:

- *Stabilirea obiectivului general.* Primul pas a constat în definirea obiectivului general al cercetării, respectiv conceperea unui sistem integrat de management al calității procesului de comunicație, capabil să asigure interoperabilitate, securitate și portabilitate în dezvoltarea prototipurilor echipate cu sisteme încorporate;
- *Utilizarea hărților mentale pentru structurarea cercetării. ... ;*

- *Analiza stadiului actual al domeniului. ... :*
- *Analiza bibliometrică ... ;*
- *Stabilirea nevoilor și definirea cerințelor. ... ;*
- *Proiectarea și implementarea platformei integrate și a arhitecturii firmware.* Etapa centrală a metodologiei a vizat dezvoltarea platformei integrate, incluzând aplicația PC și arhitectura firmware pentru sistemele încorporate. Implementarea a respectat principiile modularității, reutilizării și securității by design, integrând protocoale pentru canalele de comunicație (UART, CAN, USB, TCP, BLE) și mecanisme de autentificare.
- *Aplicarea platformei pe prototipuri funcționale. ... ;*
- *Extinderea platformei în industria automotive* pentru implementarea unui sistem încorporat de testare a ECU-urilor în faza de dezvoltare a firmware-ului pentru acestea. Astfel a permis testarea stivei de comunicație (ComStack) și validarea protocoalelor fără conectarea senzorilor și actuatorilor reali. Prin automatizarea scenariilor, injectarea de erori și monitorizarea traficului pe magistrale, sistemul de testare încorporat a redus timpul de testare, a crescut acoperirea și a asigurat validarea incrementală înainte de integrarea pe prototipurile fizice.

Metodologia adoptată a permis structurarea coerentă a întregului demers științific, de la definirea obiectivului general și analiza stadiului actual al domeniului, până la implementarea și validarea platformei integrate. Utilizarea hărților mentale, analiza bibliometrică și corelarea cerințelor cu revendicările pentru brevetele de invenție au asigurat trasabilitatea și fundamentarea teoretică a soluției propuse. Etapele de proiectare și implementare au fost completate de testarea incrementală, inclusiv prin integrarea sistemului încorporat pentru testarea din industria automotive ca mediu intermediar între simulare și validarea software-ului încorporat pentru ECU-uri. Această abordare a condus la dezvoltarea unei platforme configurabile, orientate spre reutilizare și portabilitate, capabilă să răspundă cerințelor actuale din industria automotive și să reducă semnificativ timpul de prototipare.

7. CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA IDENTIFICAREA ȘI IMPLEMENTAREA STANDARDELOR DE COMUNICAȚII DIN UTILIZABILE ÎN PROCESELE DE COMUNICAȚII

7.1 Locul și rolul standardelor de comunicații. Conceptul utilizat și propus

...

Pentru ca un sistem încorporat să fie cu adevărat funcțional și autonom, el trebuie să includă și un subsistem de comunicație, care asigură schimbul de informații cu alte dispozitive sau cu mediul extern. Acesta poate folosi protocoale standard precum UART, SPI, I2C, CAN, Ethernet sau chiar comunicație wireless (Bluetooth, Wi-Fi etc.), în funcție de cerințele aplicației.

...

La nivel de protocol, comunicarea dintre calculator și ECU trebuie să urmeze o structură de tip cerere-răspuns. Astfel, calculatorul trimite o solicitare către ECU, care, după procesare, răspunde cu informațiile corespunzătoare. Cel mai potrivit standard pentru acest tip de comunicare este UDS (ISO 14229:2022), utilizat pe scară largă în industria auto.

...

7.2 Contribuții cu privire la o abordare holistică a unui sistem tehnic specific cercetării

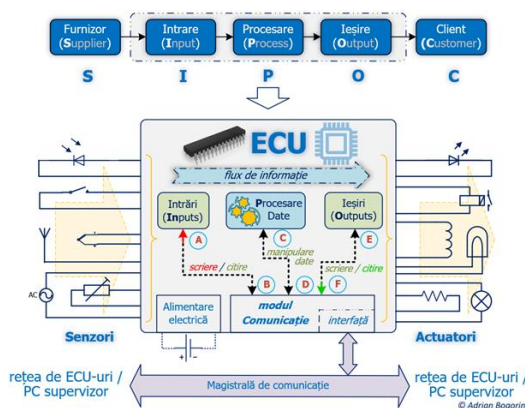


Fig. 7.2 Legătura dintre modelul SIPOC și ECU (Contribuție personală)

În proiectarea și analiza unui sistem încorporat este esențială o abordare holistică. Sistemul nu trebuie privit doar ca un ansamblu de componente electronice (hardware), ci și ca un tot unitar ce include firmware-ul — adică software-ul specializat care rulează în interiorul microcontrolerului (MCU). Firmware-ul controlează modul de funcționare al sistemului și determină comportamentul acestuia în diferite condiții de operare.

...

Sistemul încorporat, format dintr-o unitate electronică de control (ECU), împreună cu ansamblul de senzori și actuatori la care este conectat prin intrări și ieșiri, poate fi analizat eficient din perspectiva modelului SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer), utilizat frecvent pentru înțelegerea și optimizarea proceselor și este prezentat în figura 7.2.

...
Din punct de vedere holistic, partea de ECU și cea de la calculator s-au integrat într-o platformă informatică denumită BIOComProP. Conceptul BIOComProP derivă din abrevierile prezentate în figura 7.4. BIOComProP înseamnă „Platformă pentru protocolul de comunicație de bază pentru intrare și ieșire”.

Platforma **BIOComProP** cuprinde:

- Arhitectura firmware „BIOComProP_ECU” pentru sisteme încorporate (Embedded Systems), adică software-ul care rulează în microcontrollere;
- Software-ul de pe Computer (calculator) cu sistem de operare Windows, „BIOComProP_TS”;
- Protocolul de comunicație care face legătura informațional între „BIOComProP_ECU” și „BIOComProP_TS”.

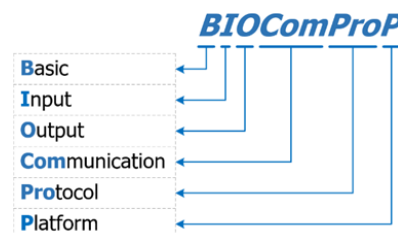


Fig. 7.4 Basic Input Output Communication Protocol Platform (Contribuție personală)

...
Comunicarea eficientă stă la baza funcționării oricărui sistem complex, fie că este vorba de interacțiunea umană sau de cea dintre componente electronice și informatice.

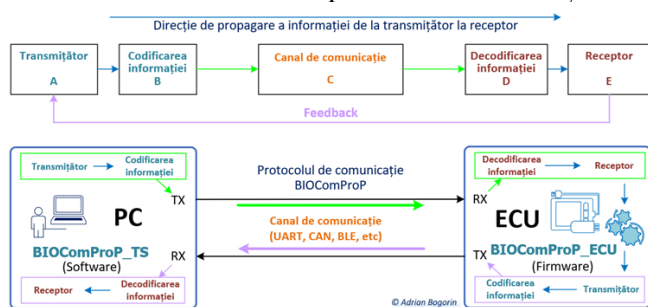


Fig. 7.5 Modelul de Comunicare Shannon-Weaver aplicat Platformei BIOComProP (PC-ECU) (Contribuție personală)

În lumea digitală modernă, înțelegerea proceselor de transmitere și recepție a informației este esențială. Figura 7.5 ilustrează un modelul fundamental al comunicării, inspirat din teoria lui Shannon-Weaver, și aplicarea sa concretă în contextul platformei informatice denumite BIOComProP, un exemplu relevant din domeniul comunicațiilor între un calculator (PC) și o unitate electronică de control (ECU).

...
7.3 Contribuții cu privire la modalitatea de utilizare și implementare a proceselor de comunicații. Platforma BIOComProP

...
Reprezentarea în format hexazecimal a fost aleasă pentru protocolul de comunicație BIOComProP datorită densității informaționale superioare comparativ cu formatul text (ASCII standard). Formatul hexazecimal permite codificarea mai compactă și eficientă a datelor, facilitând astfel transmiterea unui volum mai mare de informații în același spațiu.

7.3.1 Protocolul de comunicație

...
La nivelul ECU-ului, firmware-ul „BIOComProP_ECU” decodifică și procesează informația primită. Ulterior, rezultatul este transmis înapoi către PC. În această etapă, rolurile se schimbă: ECU-ul devine emițătorul, codifică mesajul de răspuns (response) ce conține rezultatul și îl transmite către PC prin același canal de comunicație. La recepție, PC-ul decodifică mesajul, extrage rezultatul și îl procesează sau îl afișează pe ecran.

7.3.2 Procese interne de comunicație ale platformei BIOComProP localizate la calculator (BIOComProP_TS)

...
În figura 7.10 sunt prezentate procesele interne de comunicație dintre un sistem tehnic de calcul și un ECU. În partea stângă a imaginii sunt evidențiate procesele de comunicație A100, A120, A140, E100, E120, E130, E160 și F180, care sunt implementate pe calculatorul ce rulează software-ul de testare BIOComProP_TS. În partea dreaptă, sunt reprezentate procesele interne de comunicație ale ECU-ului, din firmware-ul BIOComProP_ECU, acestea fiind: C100, C120, C130, C140, C150, C160, C175, C180 și C190.

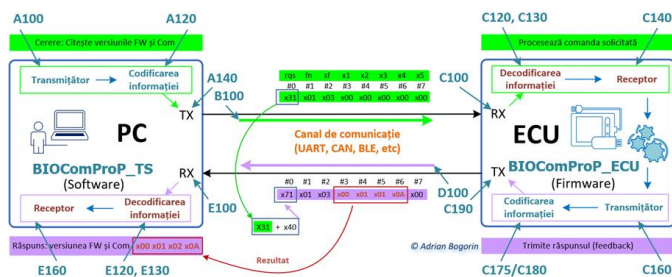


Fig. 7.10 Procesele interne de comunicație dintre un sistem de calcul și ECU (Contribuție personală)

acționări mecanice sau electronice complexe. În acest caz, ECU-ul are rolul de a comanda, monitoriza și evalua aceste acționări, contribuind astfel la funcționarea „inteligentă” a sistemului analizat.

...

7.3.3 Procese interne de comunicație ale platformei BIOComProP localizate la ECU (BIOComProP_ECU)

După transmiterea mesajului de solicitare de la calculator, acesta parcurge procesul B100, care reprezintă transportul mesajului prin canalul fizic de comunicație. Acest canal poate fi wireless (Bluetooth, Wi-Fi) sau prin conexiuni cu fir, precum USB, UART, CAN sau alte interfețe disponibile.

Firmware-ul care rulează pe ECU este construit pe baza arhitecturii de tip „bare-metal”. Acest concept presupune execuția directă a programului într-o funcție principală, organizată sub forma unei bucle infinite (superloop), realizată printr-o instrucțiune de tip while sau for, în cadrul căreia se execută toate procesele și subprocesele asociate.

...

7.4 Contribuții cu privire la implementarea unor standarde ale calității în directă legătură cu securitatea informațională

Pentru asigurarea securității ECU-ului, este necesară implementarea unui mecanism care să restricționeze accesul la acesta prin orice canal de comunicație. Accesul dinspre calculator către ECU se realizează pe baza unui sistem de autentificare cu parolă.

Din considerente de securitate, parola nu este transmisă direct prin canalul de comunicație, pentru a preveni riscul interceptării de către terți care ar putea avea acces neautorizat la rețea. În acest context, s-a realizat un algoritm propriu de securizare a accesului la ECU, integrat în cadrul protocolului de comunicație BIOComProP.

Acest algoritm de autentificare are o structură similară, până la un anumit punct, cu binecunoscutul mecanism „Seed & Key” utilizat în industria automotive, oferind un nivel suplimentar de protecție împotriva accesului neautorizat. Algoritmul „Seed & Key” (Semință și Cheie) reprezintă un mecanism de securitate utilizat în industria auto pentru a proteja accesul la funcțiile critice ale Unităților Electronice de Control dintr-un vehicul.

...

7.5 Concluzii

...

Diagrama bloc de comunicare dintre PC și ECU, transpune modelul teoretic Shannon-Weaver într-un context practic, în care PC-ul acționează ca sursă de informație, iar ECU-ul ca receptor și procesator. Codificarea și decodificarea mesajelor sunt realizate software, respectiv firmware, asigurând interoperabilitatea și integritatea datelor transmise.

Protocolul de comunicație BIOComProP este structurat pe mesaje de 8 bytes, compatibile cu standardul CAN clasic, și include mecanisme de validare, răspunsuri pozitive și negative, precum și coduri de eroare detaliate. Acest protocol a fost implementat atât în firmware-ul ECU-ului (BIOComProP_ECU), cât și în aplicația software de pe PC (BIOComProP_TS), asigurând o comunicare coerentă și sigură.

...

Prin integrarea abordării holistice, a modelului SIPOC, a unui protocol de comunicație robust și a mecanismelor avansate de securitate, platforma propusă răspunde cerințelor actuale de performanță, flexibilitate și protecție a datelor deschizând perspective importante pentru dezvoltarea de soluții inteligente în domeniul sistemelor încorporate și al comunicațiilor digitale.

8. CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA PROIECTAREA PLATFORMEI INFORMATICE BIOCOMPROP

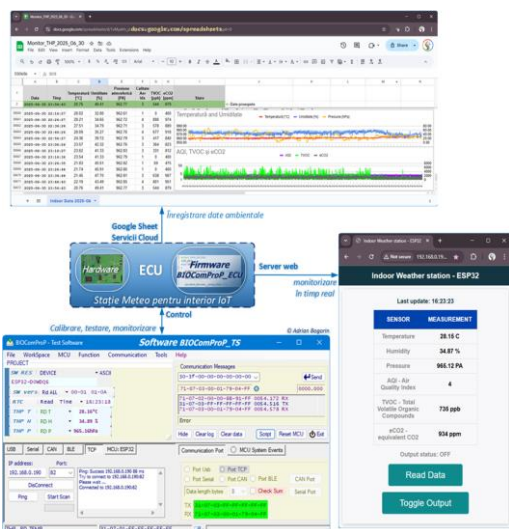


Fig. 8.1 Multiple interfețe cu utilizatorul (Contribuție personală)

8.1 Proces de comunicații a informațiilor utile pentru proiectarea platformei informatice BIOComProP. Interfața grafică

În anumite situații, aplicațiile dezvoltate pe platforma BIOComProP pot integra diverse metode de interacțiune cu utilizatorul, așa cum este prezentat în figura 8.1.

Un exemplu relevant este o aplicație IoT (Internet of Things) destinată monitorizării calității aerului într-un spațiu interior (Bogorin-Predescu, Țițu, Tertoreanu, Bâlc, & Gusan, 2024).

Aceasta constă într-o stație meteo pentru interior care măsoară temperatura, umiditatea și, opțional, presiunea atmosferică, oferind totodată informații privind calitatea aerului. ECU-ul responsabil de partea hardware (componentele electronice care formează sistemul fizic) suportă conexiunea WiFi la internet pentru transferul datelor.

...

8.2 Arhitecturi software si hardware. Module

Platforma firmware BIOComProP_ECU este proiectată și implementată într-un mod portabil, fiind independentă de mediul de dezvoltare și de tipul microcontrollerului. Această abordare are ca obiectiv simplificarea procesului de integrare, configurare și utilizare, contribuind la reducerea semnificativă a timpului necesar pentru lansarea aplicației finale către utilizator.

...

Structura fundamentală a arhitecturii firmware BIOComProP_ECU este ilustrată în figura 8.2.

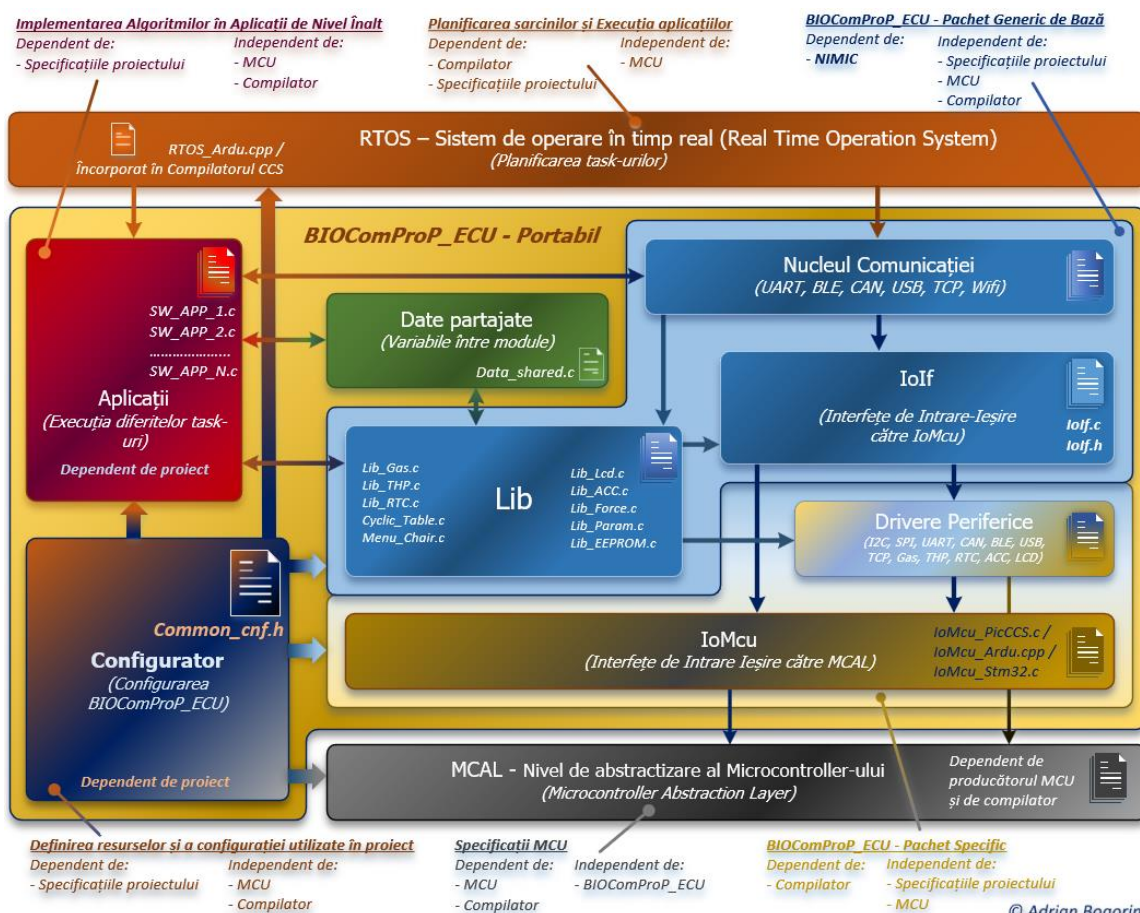


Fig. 8.2 Arhitectura Firmware a platformei „BIOComProP_ECU” (Contribuție personală)

...

Structura pachetului generic rămâne neschimbată de la un proiect la altul, indiferent de tipul microcontrollerului utilizat, fie că acesta provine de la un furnizor sau altul, sau de compilatorul ales, precum cel de la Microchip sau altă organizație. Scopul pachetului generic este de a oferi consistență și compatibilitate universală, fiind identic pentru orice microcontroller și compilator.

...

Unul dintre principalele avantaje ale platformei BIOComProP_ECU constă în posibilitatea de reutilizare a codului sursă, care a fost implementat și utilizat în proiecte anterioare. Fiecare proiect nou devine o oportunitate pentru îmbunătățirea și extinderea funcționalităților platformei.

De asemenea, faptul că platforma este independentă de tipul de microcontroller utilizat evidențiază conceptul de portabilitate, reducând semnificativ necesitatea modificărilor în codul sursă. Această caracteristică devine esențială în situațiile în care microcontroller-ul trebuie înlocuit, deoarece nu corespunde cerințelor proiectului. Datorită portabilității platformei BIOComProP_ECU, această schimbare se poate realiza cu ușurință, fără eforturi majore.

Cea mai importantă și valoroasă caracteristică a platformei BIOComProP_ECU este reprezentată de reducerea semnificativă a timpului necesar pentru dezvoltarea software-ului (Firmware) care rulează pe microcontroller, economisind atât resurse financiare, cât și timp pentru proiectele viitoare în care platforma este integrată.

Revenind la sistemul demonstrativ de Stație Meteo pentru monitorizarea calității aerului dintr-un mediu

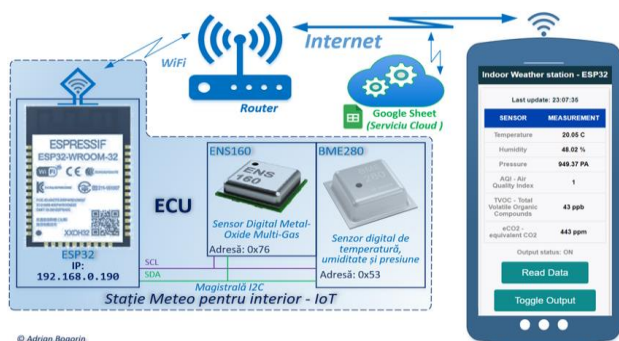


Fig. 8.4 Arhitectura hardware a aplicației IoT (Contribuție personală)

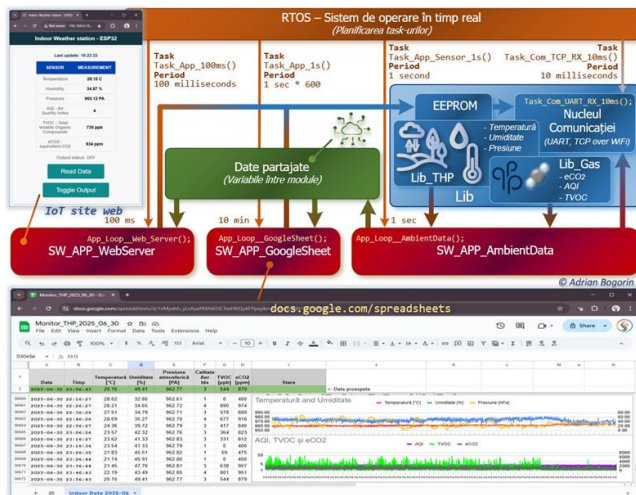


Fig. 8.7 Arhitectura firmware BIOComProP_ECU adaptată stației meteo pentru interior (adaptare după (Bogorin-Predescu, Țițu, Tertoreanu, Bâlc, & Gusan, 2024), (Bogorin-Predescu, Țițu, & Oprean, 2023))

Improving the quality of rapid prototyping processes of electronic control units by using a dedicated software platform, 2023))

„BIOComProP_TS” (BIOComProP – Test Software).

interior, al cărui context a fost ilustrat în Figura 8.1, arhitectura hardware a Unității de Control Electronic (ECU) care execută firmware-ul BIOComProP_ECU este detaliată schematic în Figura 8.4.

Această implementare se înscrie integral în paradigma Internetului Lucrurilor (IoT – Internet of Things), întrucât îndeplinește și respectă toate caracteristicile esențiale și criteriile definitorii ale acestui domeniu tehnologic emergent.

8.3 Integrarea platformei BIOComProP în medii de programare diverse

Ținând cont de arhitectura firmware a platformei BIOComProP_ECU, prezentată în figura 8.2, și luând ca exemplu stația meteo pentru interior, arhitectura firmware pentru această aplicație a fost adaptată, așa cum este ilustrat în figura 8.7.

Sistemul de operare în timp real (RTOS) gestionează planificarea și execuția task-urilor la intervale de timp regulate, bine stabilite. Tabelul 8.2 prezintă corelația dintre task-urile din RTOS și funcțiile implementate în modulele software de aplicație, extrase din figura 8.7.

8.4 Software de testare și validare a unei aplicații utile din cadrul platformei BIOComProP

Software-ul de testare asociat platformei BIOComProP, utilizat pentru transmiterea și recepționarea mesajelor de tip cerere - răspuns către ECU-ul în care rulează firmware-ul BIOComProP_ECU, este denumit

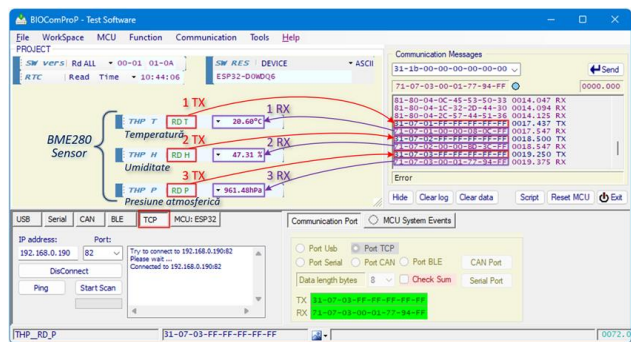


Fig. 8.21 Interfața grafică BIOComProP_TS utilizată pentru testarea senzorului BME280 din aplicația stația meteo pentru interioare (Contribuție personală)

este „THP H” pentru măsurarea umidității, iar ultima este „THP P” pentru presiunea atmosferică.

Etapele de testare pentru senzorul BME280 conectat la stația meteo pentru interior sunt următoarele:

- În zona „1 TX”, se apasă butonul „RD T” (”Read Temperature” - citire temperatură). ... Datele obținute indică faptul că funcția de măsurare a temperaturii de la senzorul BME280 funcționează corect;
- În zona „2 TX” se apasă butonul „RD H” (Read Humidity – citește umiditatea), ... Transmiterea și interpretarea corectă a datelor demonstrează funcționarea corespunzătoare a funcției de măsurare a umidității a senzorului BME280;
- La acționarea butonului „RD P” (Read Pressure – citește presiunea) din zona „3 TX”. ... Valoarea returnată este coerentă și corect interpretată, ceea ce confirmă buna funcționare a modului de măsurare a presiunii atmosferice din cadrul senzorului BME280.

...

8.5 Concluzii

Platforma BIOComProP reprezintă o contribuție semnificativă în domeniul sistemelor încorporate, oferind o soluție scalabilă, portabilă și eficientă pentru dezvoltarea aplicațiilor încorporate. Prin integrarea unei arhitecturi modulare, platforma permite reutilizarea codului sursă și adaptarea rapidă la diverse configurații hardware și software, reducând considerabil timpul de dezvoltare și costurile asociate.

...

Platforma firmware BIOComProP_ECU a fost integrată cu succes în medii de dezvoltare populare precum Arduino IDE, Sloeber și PlatformIO, permițând utilizatorilor să opteze pentru instrumentele preferate fără a compromite portabilitatea sau funcționalitatea aplicațiilor. În cazul aplicației stației meteo, s-a evidențiat adaptarea arhitecturii firmware pentru o implementare IoT concretă, cu utilizarea modulelor portabile și a planificării task-urilor prin „RTOS”, demonstrând versatilitatea soluției.

...

Software-ul BIOComProP_TS a fost introdus ca un instrument central pentru testarea și validarea aplicațiilor dezvoltate pe platformă. Dezvoltat în C#, cu o interfață grafică intuitivă, acest software permite comunicarea cu ECU-ul prin protocoale configurabile, oferind funcționalități extinse, precum import/export în fișiere cu format XML, vizualizarea memoriei EEPROM sau testarea senzorilor în timp real. Aceste capabilități creează un cadru complet de evaluare a performanței aplicațiilor embedded.

...

În concluzie, platforma BIOComProP oferă un cadru robust, flexibil și extensibil pentru dezvoltarea aplicațiilor embedded. Arhitectura modulară, suportul extins pentru microcontrolere și compatibilitatea cu multiple medii de dezvoltare, împreună cu instrumentele software dedicate testării, permit dezvoltarea rapidă și eficientă de aplicații fiabile. Contribuțiile evidențiate în acest capitol reflectă un efort consistent în direcția standardizării, portabilității și optimizării, cu un impact direct asupra calității și vitezei de dezvoltare a produselor mecatronice moderne.

9. CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA IMPLEMENTAREA MODELULUI V ÎN CADRUL PLATFORMEI BIOCOMPROP

...

Acest pachet software are rolul de a testa și verifica componenta hardware (electronică), precum și de a evalua și dezvolta firmware-ul integrat în platforma BIOComProP_ECU, asigurând conformitatea acestora cu specificațiile și cerințele proiectului implementat.

...

Revenind la aplicația cu stația meteo pentru interior, figura 8.21 se prezintă interfața cu utilizatorul, în care se testează funcționarea senzorului ambiental BME280 pentru măsurarea temperaturii, umidității și presiunii atmosferice. Senzorul BME280 este prezent în 3 zone diferite pe interfața grafică. Prima zonă este marcată de obiectul „THP T” pentru temperatură, a doua zonă

Modelul V este o metodologie structurată folosită în proiectele complexe, care impune definirea unor strategii de testare detaliate pentru fiecare etapă. Astfel, se asigură o verificare completă, de la cerințele inițiale și funcționalități, până la validarea finală a implementării (Bogorin-Predescu, Țițu, & Pană, Flow management for software developers in the knowledge based organization from the automotive industry, 2024).

...

9.1 Definirea proiectului propus și a utilității contribuției propuse

Scopul platformei informatice BIOComProP, alcătuită din pachetele BIOComProp_ECU, BIOComProp_TS și din protocolul de comunicație, este de a sprijini accelerarea procesului de dezvoltare și implementare a unui prototip funcțional. Aceasta acoperă întregul parcurs – de la idee, bazată pe descrierea și revendicările unui Brevet de Invenție, până la etapa finală, în care prototipul realizat confirmă și validează conceptul inițial.

Platforma BIOComProP a fost integrată în numeroase prototipuri funcționale care implementează următoarele brevete de invenție și cereri de brevete de invenție:

- Brevet de Invenție Nr. RO127219-B1, „*Turbină hidroelectrică desfășurată liniar pe firul apelor curgătoare*” (România Brevet nr. 127219-B1, 2017);
- Brevet de invenție Nr. RO128224-B1, „*Turbină hidroelectrică cu pale deformabile*” (România Brevet nr. 128224-B1, 2018);
- Brevet de invenție Nr. RO129280-B1, „*Scaun pentru lucrul la PC, cu principiu activ de destindere a coloanei vertebrale*” (România Brevet nr. 129280-B1, 2021);
- Brevet de invenție Nr. RO131963-B1, „*Automobil electric individual semisferic, cu scaun rotitor*” (România Brevet nr. 131963-B1, 2021);
- Brevet de invenție Nr. RO129293-B1 2022, „*Sistem de comandă și control pentru o bicicletă electrică*” (Romania Brevet nr. 129293-B1, 2022);
- Brevet de invenție Nr. RO130763-B1 2022, „*Automobil electric personal individual*” (România Brevet nr. 130763-B1, 2022);
- Brevet de invenție Nr. RO133869-B1 2022, „*Sistem personal antisedentarism*” (România Brevet nr. 133869-B1, 2022);
- Cerere de Brevet de Invenție Nr. RO137487-A0, „*Ansamblu ergonomic antisedentarism pentru home office*” (România Brevet nr. 137487-A0, 2023);
- Cerere de Brevet de Invenție Nr. RO139012-A0, „*Structură robotică diadică și triadică în scaunele avioanelor de cursă lungă pentru eliminarea stresului articular al pasagerilor*” (România Brevet nr. 139012-A0, 2025).

...

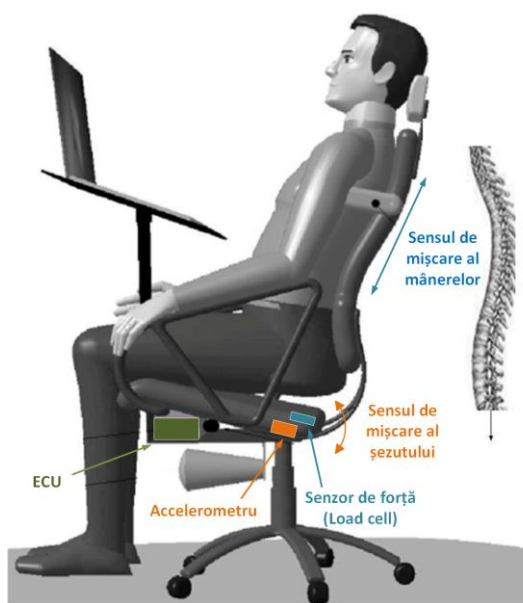


Fig. 9.1 Schița prototipului pentru BI „*Scaun pentru lucrul la PC, cu principiu activ de destindere a coloanei vertebrale*” (România Brevet nr. 129280-B1, 2021)

Așadar luând spre exemplu Brevetul de Invenție „*Scaun pentru lucrul la PC, cu principiu activ de destindere a coloanei vertebrale*” se vor prezenta în cele ce urmează procesele de dezvoltare și implementare ale prototipului.

Scopul invenției este de a diminua efectele negative și stresante asupra sănătății cauzate de comprimarea continuă și prelungită a coloanei vertebrale în timpul lucrului la calculator, precum și de a reduce sau chiar elimina deteriorările deja acumulate ca urmare a muncii îndelungate la birou. Invenția se referă la un scaun, prezentat în figura 9.1, conceput special pentru persoanele care petrec mult timp lucrând la calculator.

Scaunul conform invenției este conceput ca un ansamblu ergonomic ce integrează un calculator cu accesoriile sale și include un subansamblu pentru ridicarea și coborârea independentă, în mod limitat, a șezutului, un sistem cu două pârghii rabatabile pentru sprijinirea trunchiului în poziție parțial atârnată, un tablou de comandă destinat operării și schimbării secvențelor de lucru, precum și un modul electronic bazat pe un microcontroler, care asigură derularea automată și programabilă a acestor secvențe.

...

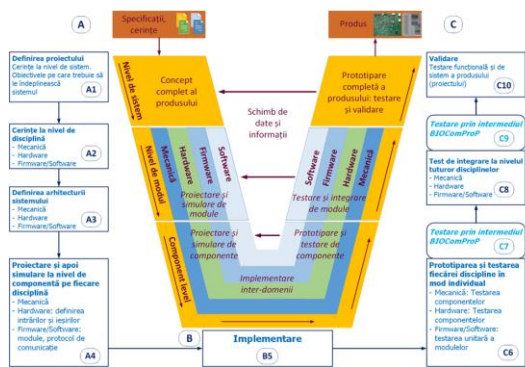


Fig. 9.2 Modelul V adaptat pentru sisteme mecatronice (Prelucrare personală)

9.2 Procesul de dezvoltare și de implementare a proiectului propus

Pentru realizarea prototipului funcțional a fost aplicat modelul V, consacrat în industria automotive, însă adaptat la specificul sistemelor mecatronice, așa cum este prezentat în figura 9.2.

W. Edwards Deming afirma că „*Inspecția nu îmbunătățește calitatea și nici nu garantează calitatea. Inspecția vine prea târziu. Calitatea, bună sau rea, există deja în produs. Calitatea nu poate fi inspectată într-un produs sau serviciu; trebuie încorporată în el*”. Această idee, împreună cu afirmațiile de mai sus, nu se contrazic, ci se completează reciproc. **Calitatea trebuie integrată încă**

din faza de dezvoltare a produsului, în cadrul modelului V. Totuși, inspecția rămâne necesară pentru a confirma că produsul respectă specificațiile stabilite.

În cazul nerespectării acestor cerințe, costurile suplimentare se pot acumula pe parcursul proceselor de fabricație, iar în final, la client, acestea pot deveni exponențiale pentru organizația furnizoare.

Fazele prezentate în figura 9.2 și aplicate proiectului „*Scaun pentru lucru la PC, cu principiu activ de destindere a coloanei vertebrale*” sunt:

- A1) **Definirea proiectului.** ... ;
- A2) **Stabilirea cerințelor la nivel de disciplină** definește specificațiile pentru fiecare domeniu implicat în proiectarea produsului/prototipului. ... ;
- A3) **Stabilirea arhitecturii la nivel de Mecanică, Hardware, Software și Firmware** este o etapă în care se stabilește arhitectura de design sau în linii mari sunt proiectate la nivel de concept diagramele bloc, schemele bloc dar nu și implementarea detaliată a fiecăruia. ... ;
- A4) **Proiectare și apoi simulare la nivel de componentă pe fiecare disciplină.** În această fază, se realizează proiectarea detaliată a fiecărei componente din ansamblul mecanic, hardware, firmware și software (dacă este cazul). ... ;
- B5) **Implementare** fizică a hardware-ului, care include realizarea cablajului electronic imprimat (PCB – Printed Circuit Board), precum și echiparea și lipirea componentelor electronice; implementarea programului firmware pentru modulele de aplicație „SW_APP_x” specifice proiectului; și, opțional, dezvoltarea aplicației software dedicate proiectului, acolo unde este necesar;
- C6) **Prototiparea și testarea fiecărei discipline în mod individual** reprezintă etapa în care sunt verificate separat componentele mecanice, electronice și firmware, utilizând software-ul BIOComProP_TS. ... ;
- C7) **Testare prin intermediul platformei BIOComProP** se efectuează utilizând firmware-ul BIOComProP_ECU și software-ul de testare BIOComProP_TS. ... ;
- C8) **Testul de integrare la nivelul tuturor disciplinelor** constă în combinarea componentelor mecanice, hardware, firmware și software (dacă este cazul), urmată de testarea întregului sistem (prototipul) ca un ansamblu complet. Această etapă se desfășoară concomitent cu faza 9;
- C9) **Testare prin intermediul platformei BIOComProP**, similar fazei 7, se realizează folosind firmware-ul BIOComProP_ECU și software-ul dedicat prototipului respectiv;
- C10) **Validarea întregului sistem prin testare funcțională.**

9.3 Posibilități existente în utilizarea unor pachete software, simulare și testare

În faza a patra a modelului V, „Proiectare și apoi simulare la nivel de componentă pe fiecare disciplină”, se realizează proiectarea detaliată a fiecărei componente din ansamblul mecanic, hardware, firmware și software (dacă este cazul).

Pentru partea electronică (hardware) s-a utilizat mediul integrat Proteus Design Suite, de la Labcenter Electronics. Proteus este un pachet software de proiectare electronică asistată de calculator, destinat inginerilor și tehnicienilor, care permite crearea, simularea și proiectarea circuitelor electronice complexe.

Una dintre componentele mediului integrat Proteus este prezentată în figura 9.8.

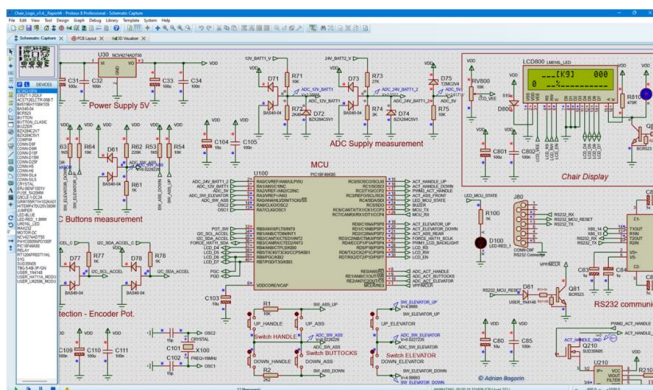


Fig. 9.8 Proteus - Pachetul „Schematic Capture” și VSM (documentație internă din BI RO129280-B1; Contribuție personală)

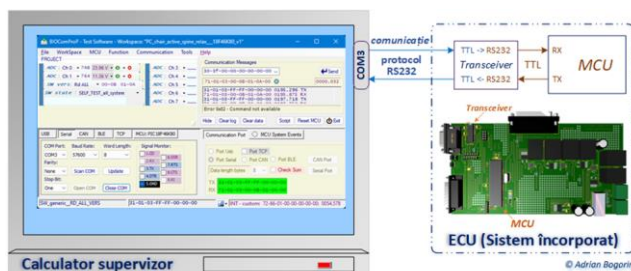


Fig. 9.14 Comunicația fizică dintre PC și ECU prin portul serial RS232 (Contribuție personală)

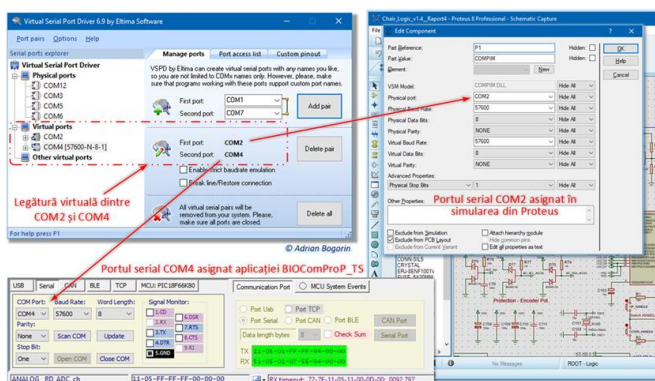


Fig. 9.15 Legătura dintre porturile seriale virtuale COM2 - Proteus și COM4 – BIOComProP_TS (Contribuție personală)

Prin intermediul canalului de comunicație RS232, aplicația BIOComProP_TS permite „teletestarea” sistemului încorporat ECU, care rulează pe baza firmware-ului BIOComProP_ECU. Astfel, se poate realiza partea de testare corespunzătoare fazelor 6 și 7 din modelul V.

9.4 Contribuții la elaborarea și la implementarea unei scheme logice în proiectul propus

Fazele modelului V, ilustrate în figura 9.2, pot fi privite ca o schemă logică de dezvoltare a unui prototip funcțional, pornind de la un proiect sau de la o Cerere de Brevet/Brevet de Invenție și ajungând până la realizarea fizică a acestuia.

Platforma BIOComProP, prin intermediul aplicației BIOComProP_TS, susține parcurgerea tuturor acestor faze, prezentate în figura 9.16 sub forma unei diagrame de procese.

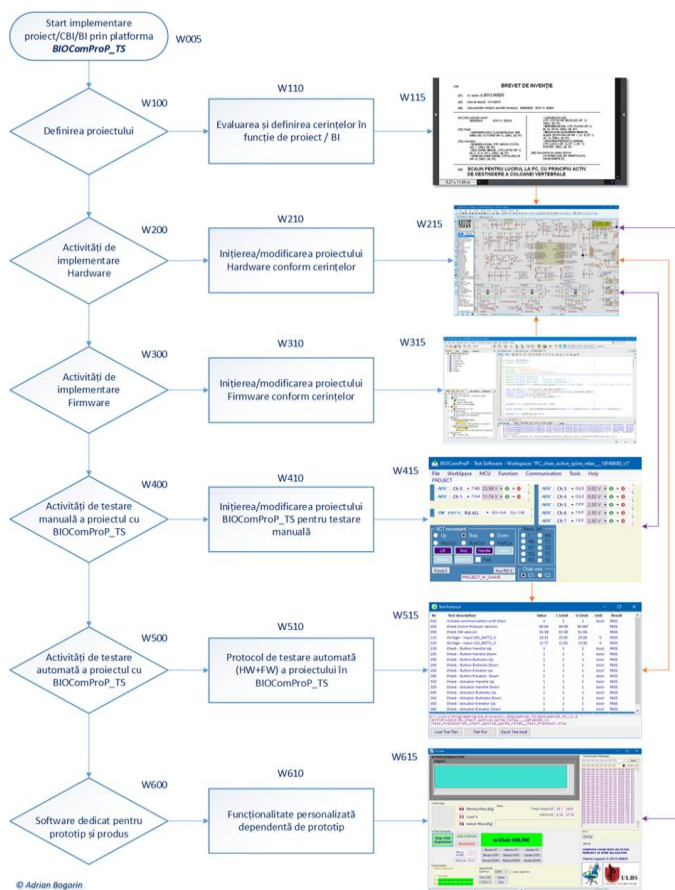


Fig. 9.16 Diagrama de implementare a prototipului și interdependența disciplinelor implicate (Contribuție personală)

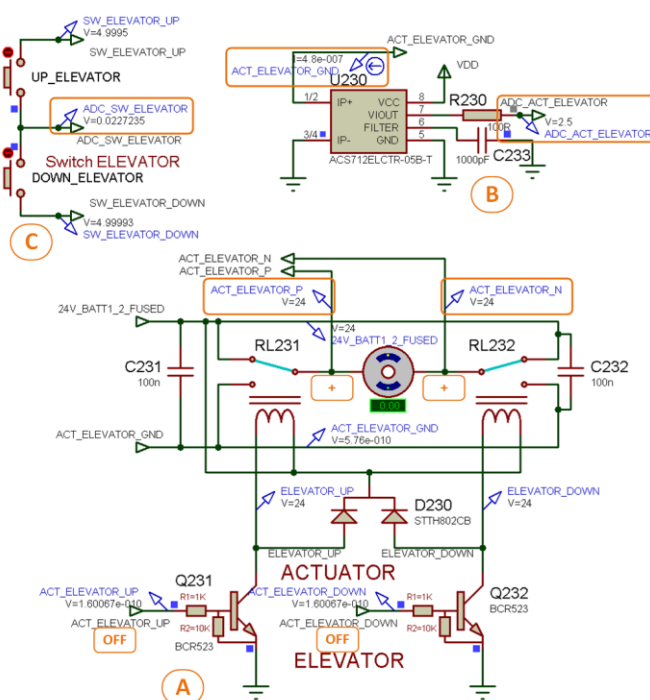


Fig. 9.19 Exemplu de simulare a blocului actuator ELEVATOR - poziția neutră (Contribuție personală)

Etapale W005, W100, W200, W300, W400, W500 și W600, din figura 9.16, corespund fazelor modelului V și coincid cu workspace-ul, adică structura unui proiect complex din BIOComProP_TS, care se configurează și se rulează direct din interfața grafică a platformei.

9.5 Contribuții cu privire la legătura dintre interfața grafică și procesele de comunicații, simulare, testare ale proiectului propus. Rezultate obținute

Faza a patra a modelului V, denumită „Proiectare și apoi simulare la nivel de disciplină”, corespunde etapei W200, în care se realizează proiectarea schemei electronice a ECU-ului responsabil de gestionarea prototipului asociat brevetului de invenție BI RO129280-B1 din 2021 („Scaun pentru lucrul la PC, cu principiu activ de destindere a coloanei vertebrale”).

Un aspect esențial în cadrul modelului V și al proceselor de asigurare a calității îl constituie verificarea timpurie a proiectării, pentru a garanta că implementarea respectă cu strictețe cerințele stabilite. Utilizarea simulărilor prin tehnici CAD (Computer Assisted Design) aduce multiple avantaje: reduce costurile și timpul de dezvoltare, elimină necesitatea realizării unor prototipuri intermediare și minimizează riscurile la care ar putea fi expuși utilizatorii finali în cazul unei funcționări necorespunzătoare.

Figura 9.19 ilustrează un exemplu de simulare a blocului de comandă și execuție al actuatorului „ELEVATOR”, componentă care înlocuiește pistonul clasic responsabil de ridicarea și coborârea scaunului. Simularea este prezentată în poziția neutră, iar zonele evidențiate cu dreptunghiuri portocalii subliniază diferențele de funcționare între diverse scenarii, cum ar fi interacțiunea dintre zona butoanelor de control și cea de comandă a actuatorului ELEVATOR.

În regim de funcționare sub sarcină, creșterea curentului prin actuator este direct proporțională cu efortul mecanic depus. Firmware-ul microcontroller-ului supraveghează continuu aceste variații pentru a detecta eventualele blocaje mecanice ce ar putea deteriora ansamblul. Astfel se asigură o protecție electronică suplimentară, care contribuie la fiabilitatea și calitatea prototipului.

...

Executarea fizică a părții hardware (ECU) și a componentei mecanice durează, în general, câteva zile, activitățile putând fi desfășurate în paralel. Totuși, etapa de testare a sistemului este mai îndelungată, iar implementarea și validarea firmware-ului din microcontroller constituie un proces separat, cu un grad de complexitate ridicat.

În industria automotive, este bine cunoscut faptul că dezvoltarea hardware-ului și a mecanicii se finalizează, de regulă, mult mai rapid decât partea de software a ECU-ului. Funcționalitățile de bază, critice, sunt asigurate încă din fazele incipiente, însă chiar și în producție pot apărea neconformități la nivel software. Una dintre principalele cauze este scurtarea timpului de dezvoltare la nivel global (uneori chiar înjumătățirea acestuia), în timp ce volumul de muncă pentru implementare a rămas cel puțin la același nivel, dacă nu chiar mai mare, având în vedere complexitatea tot mai ridicată a noilor generații de autovehicule.

...

În figura 9.28 se prezintă fluxul operational pentru citirea tensiunii de alimentare de 24V de la ECU, de către software-ul BIOComProP_TS cu următoarele acțiuni descrise în tabelul 9.4.

Figura 9.28 și tabelul 9.4 demonstrează procesul de telemăsurare a parametrilor electrici de la ECU luând ca exemplu tensiunea de alimentare de 24V. Celelalte semnale analogice cuprinse în tabelul 9.1, se măsoară similar cu semnalul de alimentare „24V_BATT2_V”, așa cum s-a prezentat în exemplul anterior.

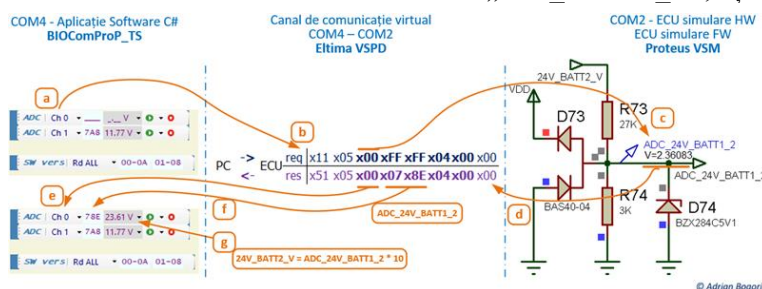


Fig. 9.28 Fluxul operațional și informațional pentru citirea canalului ADC 0 de la ECU (Contribuție personală)

Mai mult, cu acest tip de testare se verifică indirect și componentele electronice care alcătuiesc divizoarele de tensiune, din coloana 3 a tabelului 9.1, pentru adaptarea semnelor în vederea aplicării acestora la microcontroller. Astfel se asigură calitatea acestor blocuri funcționale care au în componență elementele respective de circuit.

Tab. 9.4 Acțiuni întreprinse pentru telemăsurarea tensiunii de alimentare de 24 de volți

Acțiune	Descriere
a	Se selectează canalul ADC 0 pe care se dorește măsurarea semnalului.
b	Se trimite către ECU, o cerere (TX) pentru măsurarea semnalului solicitat întocmai ca în tabelul 2.3, coloanele 2 și 3.
c	ECU-ul recunoaște solicitarea și efectuează o măsurătoare de tensiune pe semnalul „ADC 24V_BATT1_2”. Valoarea măsurată este de 2.36083V .
d	ECU-ul trimite răspunsul care conține valoarea digitală 0x078E a semnalului solicitat.
e	ECU-ul recepționează mesajul care conține informații pentru canalul ADC 0.
f	Se transferă valoarea digitală 0x078E din mesajul recepționat pentru semnalul „ADC_24V_BATT1_2” către interfața grafică.
g	Are loc scalarea semnalului măsurat cu rata de divizare a rezistorilor R73 și R74 care are valoarea 0.1. Pentru aflarea valorii reale ale semnalului de alimentare „24V_BATT2_V” trebuie ca valoarea digitală a semnalului „ADC_24V_BATT1_2” trebuie înmulțită cu inversul lui 0.1 și valoarea finală va fi de 23.61V.

...

9.6 Concluzii

...

Implementarea modelului V în cadrul platformei BIOComProP a demonstrat eficiența unei abordări riguroase, structurate și multidisciplinare în dezvoltarea prototipurilor funcționale mecatronice, cu aplicabilitate directă în validarea brevetelor de invenție.

Studiul de caz centrat pe brevetul de invenție „Scaun pentru lucrul la PC, cu principiu activ de destindere a coloanei vertebrale” a scos în evidență modul în care ingineria mecanică, electronică și software (inclusiv firmware) pot fi integrate armonios într-un sistem complex, capabil să răspundă cerințelor ergonomice și medicale ale utilizatorilor.

...

Un aspect inovator al abordării în faza de testare, a fost comunicarea virtuală dintre aplicația BIOComProP_TS și partea hardware simulată în Proteus, realizată prin intermediul Eltima „Virtual Serial Port Driver” (VSPD). Această comunicare a permis testarea și verificarea funcțională a sistemului într-un mediu virtual, înainte de realizarea prototipului fizic. Astfel, s-au putut identifica și corecta eventualele erori într-un stadiu incipient, economisind timp și resurse. Utilizarea VSPD a demonstrat eficiența unei abordări virtuale în validarea sistemelor complexe, oferind un grad ridicat de flexibilitate și control.

Beneficiile teletestării și telemăsurării în verificarea hardware-ului în faza de prototipare din modelul V au fost evidente pe parcursul proiectului abordat. Aceste metode au permis monitorizarea și controlul de la distanță a parametrilor funcționali ai sistemului, facilitând o evaluare precisă și rapidă a performanțelor. Prin integrarea acestor tehnologii, s-a realizat o testare extensivă și eficientă, care a contribuit la validarea completă a prototipului și la demonstrarea conformității cu cerințele de calitate.

...

Platforma BIOComProP reprezintă un instrument valoros în procesul de validare a brevetelor de invenție, oferind un mediu integrat pentru dezvoltare, testare și demonstrare a fezabilității tehnice. Prin utilizarea acestei platforme, se pot obține:

- Reducerea timpului de dezvoltare prin simulări avansate și testare virtuală;
- Economii semnificative de resurse prin evitarea prototipurilor intermediare și a erorilor hardware;
- Creșterea calității produsului final, prin integrarea testării încă din faza de proiectare;
- Flexibilitate în adaptarea la cerințe noi, prin modularitatea platformei și posibilitatea de recalibrare rapidă.

...

Comunicarea virtuală, teletestarea, telemăsurarea și principiile riguroase de verificare au contribuit la realizarea unui sistem complex, adaptabil și de înaltă calitate, deschizând noi perspective pentru inovare tehnologică și cercetare aplicată.

Această abordare deschide noi perspective pentru inovare tehnologică, punând bazele unei inginerii orientate spre calitate, siguranță și performanță.

10. CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA DEZVOLTAREA ȘI UTILIZAREA PLATFORMEI INFORMATICE BIOCOMPROP ATÂT ÎN MEDIUL DE INOVARE CÂT ȘI ÎN INDUSTRIA AUTOMOTIVE

10.1 Prezentarea platformei și a utilității acesteia din perspectiva temei de cercetare doctorală

Platforma informatică **BIOComProP** reprezintă o contribuție esențială în cadrul temei de cercetare „Sistem integrat de management al calității procesului de comunicații al informațiilor din industria automotive”, oferind o soluție scalabilă, portabilă și eficientă pentru dezvoltarea, testarea și validarea sistemelor încorporate. Această platformă este compusă din trei componente principale: firmware-ul **BIOComProP_ECU**, software-ul de testare **BIOComProP_TS** și un protocol de comunicație dedicat, toate integrate într-un cadru coerent care susține întregul ciclu de viață al unui produs mecatronic.

...

10.2 Interfața grafică. Proiectarea platformei și legătura cu teoria Protecție Proprietății Intelectuale

În prezent, într-o lume dominată de tehnologie, interfața grafică nu mai este doar un detaliu estetic, ci un instrument-cheie pentru testare, validare și chiar implementarea și protejarea inovației. Platforma **BIOComProP**, creată pentru aplicații încorporate din domeniul auto și mecatronic, ilustrează perfect cum se îmbină designul software, arhitectura hardware și principiile de protecție a proprietății intelectuale.

Interfața grafică **BIOComProP_TS**, realizată în C# cu Visual Studio, este concepută pentru a oferi utilizatorului o experiență intuitivă și eficientă. Prin interfața grafică și prin mesaje codificate, se pot testa și calibra sisteme încorporate, se pot vizualiza în timp real datele din EEPROM pentru parametrizarea ECU-ului, și se pot verifica și controla senzorii actuatorilor conectați la microcontroller.

...

BIOComProP_TS și **BIOComProP_ECU** nu sunt simple componente software și hardware, ci părți esențiale ale unui ecosistem integrat. Ele aduc împreună inovația tehnică, ergonomia și protecția juridică, oferind un cadru solid pentru dezvoltarea unor produse mecatronice moderne, validate științific și protejate legal.

10.3 Proiectarea platformei informatice BIOComProP din punct de vedere hardware și software

...

Rolul principal al acestei platforme integrate constă în facilitarea procesului de prototipare rapidă, având ca obiectiv validarea timpurie a unor concepte generate în urma depunerii unei cereri de brevet sau a obținerii unui brevet de invenție. Totodată, platforma sprijină materializarea acestor concepte într-un prototip funcțional, care poate include componente mecanice, hardware, firmware și software.

În figura 10.1 se prezintă imaginea de ansamblu, din mai multe perspective, a acestei platforme, BIOComProP, dedicate mediului de inovare.

În partea stângă superioară este prezentat conceptul **SIPOC**, care este un instrumentul de management al proceselor adaptat pentru testarea controlul și supervizarea sistemelor încorporate printr-un canal de comunicație.

Partea centrală superioară ilustrează "Conceptul de transmitere a informației în regim cerere/răspuns" dintre un calculator supervizor și un sistem încorporat care are rolul de ECU. Elementul de legătură dintre cele două componente îl constituie protocolul de comunicație care are rolul de a reglementa informația vehiculată pe canalul de comunicație dintre cele sisteme informatice.

Elementul central al figurii 10.1 este platforma BIOComProP "Basic Input Output Communication Protocol Platform". Această reprezentare este în acord cu "Teoria comunicației Shannon și Weaver" care specifică direcția și procesele de propagare a informației de la transmițător la receptor. Această teorie este aplicată apoi proceselor de comunicație dintre un calculator (PC) și un sistem încorporat (ECU).

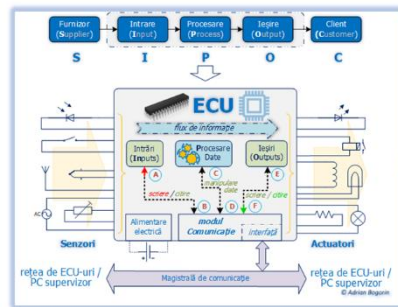
"Arhitectura Firmware" pentru MCU, denumită platforma BIOComProP_ECU, aceea arhitectură după care este implementat codul sursă din microcontronroller, este situată în partea dreaptă superioară a figurii 10.1. Aceasta se desprinde din elementul central, platforma BIOComProP din partea dreaptă a acesteia, din zona de ECU.

Partea de "Hardware", electronica, se desprinde tot din zona de ECU, și constituie partea materială din care este construit ECU-ul.

Tot din zona de ECU, se desprinde partea de Firmware. Aceasta este defapt codul sursă care implementat după arhitectura BIOComProP_ECU urmând ca în final să ruleze în microcontroller-ul MCU din hardware-ul care formează ECU-ul. Din figura 10.1, se observă legatura dintre imaginea care reprezintă partea de firmware și imaginea cu diagrama electronică de circuit care reprezintă partea de hardware, situate în zona inferioară dreapta a figurii.

Aplicația software dedicată prototipului se află în partea stângă inferioară a figurii 10.1. Această se află localizată în zona de PC din imaginea centrală a platformei BIOComProP. Această aplicație este special construită pentru prototipul funcțional și încorporează funcționalitățile acestuia pentru controlul la distanță și colectării datelor prin telemăsurare.

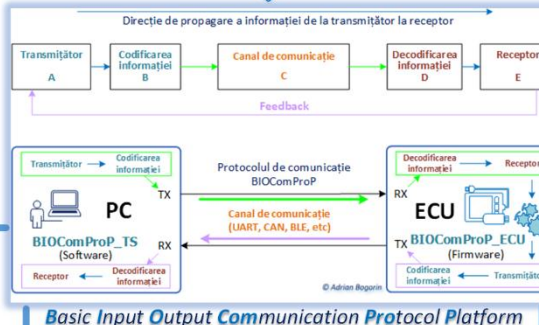
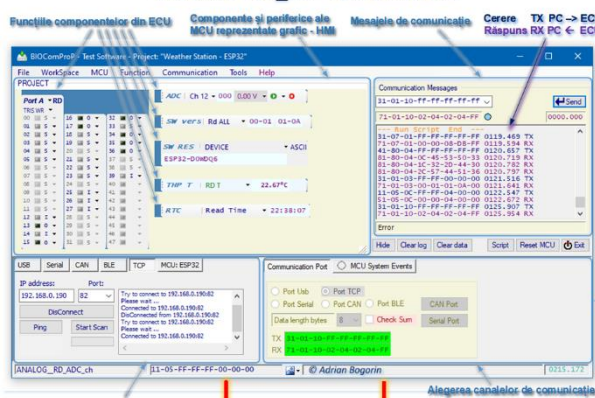
...



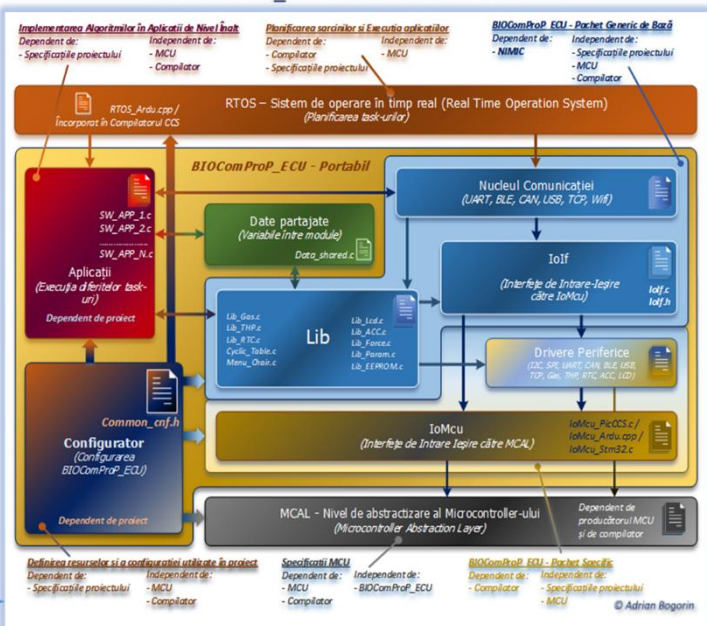
BIOComProP – Conceptul de transmitere a informației în regim cerere/răspuns



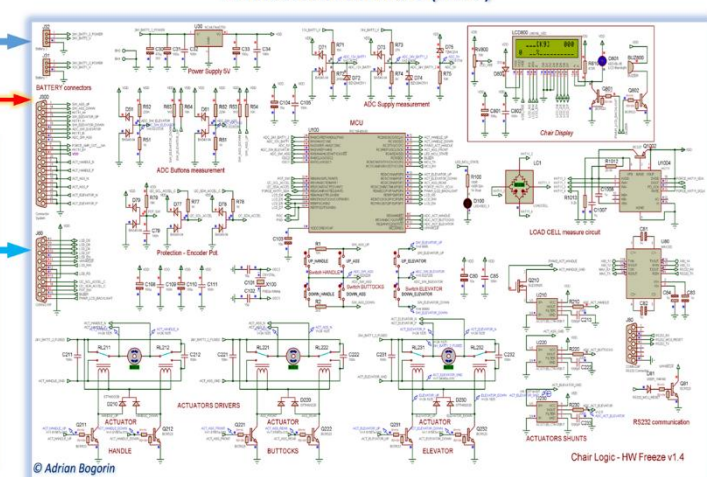
BIOComProP_TS - Test Software



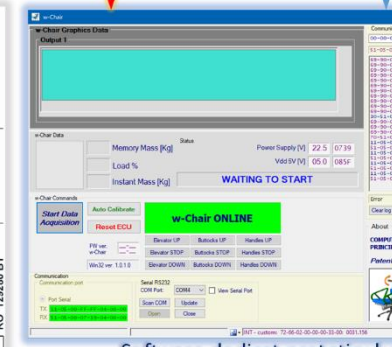
BIOComProP_ECU – Electronic Control Unit



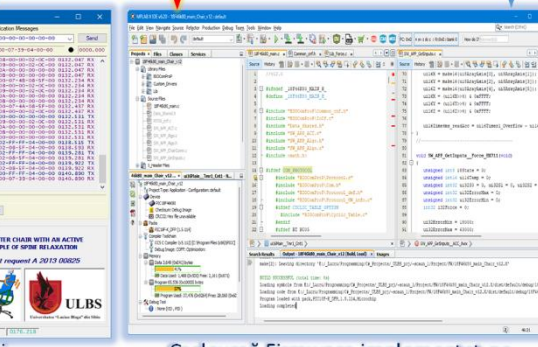
Arhitectura Firmware (MCU)



Brevet de invenție



Software dedicat prototipului (Programare PC)



Cod sursă Firmware implementat pe arhitectura firmware (Programare MCU)

Hardware (Electronică)

Fig. 10.1 Imaginea de ansamblu a platformei integrate BIOComProP, dedicate mediului de inovare (Contribuție personală)

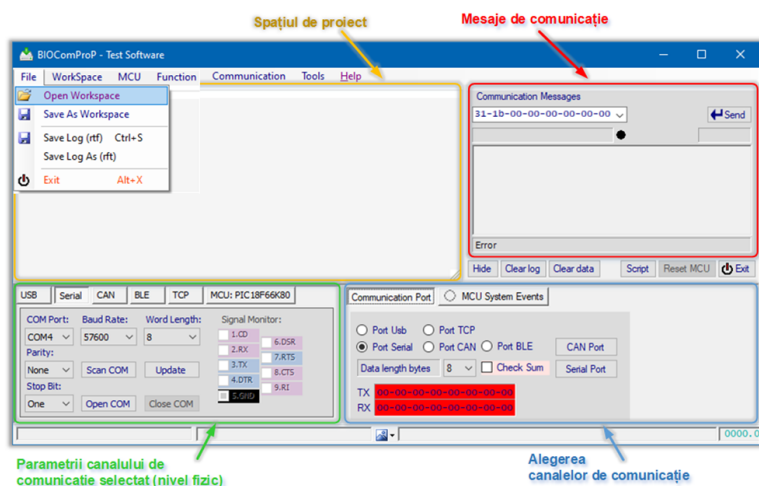


Fig. 10.2 BIOComProP_TS - Interfața grafică de bază (Contribuție personală)

...

Modul de lucru "Workspace" din cadrul sistemului integrat BIOComProP_TS are rolul de a ține împreună toate "uneltele" de software, pentru a accelera procesul de dezvoltare și implementare a prototipurilor.

10.4 Contribuții la îmbunătățirea managementului calității procesului de comunicații pentru primul brevet de invenție ales utilizând platforma informatică BIOComProP

10.4.1 Prezentarea brevetului ales spre analiză

"Turbină hidroelectrică cu pale deformabile" este o invenție modernă pentru captarea energiei hidraulice. Brevetul de Invenție cu numărul RO128224-B1, intitulat „Turbină hidroelectrică cu pale deformabile”, propune o soluție ingenioasă pentru a capta eficient energia hidrolică, chiar și în curenți de apă cu viteze reduse. Spre deosebire de turbinele tradiționale cu pale rigide, această turbină folosește un sistem de pale flexibile care își pot schimba forma, adaptându-se dinamic la condițiile fluxului de apă (România Brevet nr. 128224-B1, 2018). Invenția se referă la o construcție plutitoare care poate fi ușor transportată și fiind amplasată pe un pârau din apropiere, ancorată de maluri, produce energie electrică pentru necesitățile unei case, construcția realizându-se la costuri accesibile față de cele pentru morile de vânt și panourile solare utilizate în prezent pentru gospodării individuale.

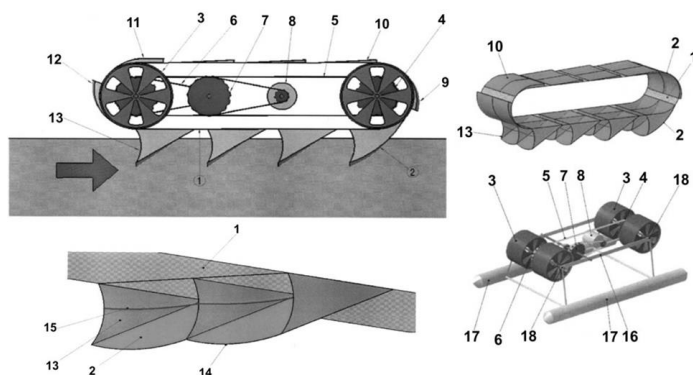


Fig. 10.14 Elemente constructive ale prototipului din BI RO128224-B1 (România Brevet nr. 128224-B1, 2018)

...

În figura 10.14 sunt identificate elementele BI RO128224-B1. Dispozitivul propus constă într-o turbină hidroelectrică portabilă, echipată cu pale deformabile, menite să valorifice energia cinetică a curenților de apă pentru generarea de electricitate.

...

Având în vedere că funcționarea optimă a sistemului impune efectuarea de măsurători și experimente suplimentare, se urmărește identificarea și înregistrarea parametrilor relevanți, care vor fi ulterior convertiți în semnale electrice și digitale, transmise la distanță. Necesitatea transmiterii la distanță a

datelor derivă din limitările structurii constructive, aceasta fiind de dimensiuni reduse și incapabilă să susțină greutatea unui operator uman. Astfel, intervenția directă ar fi condiționată de intrarea în apă sau de aducerea sistemului la mal, ceea ce ar genera perioade de nefuncționare și ar afecta continuitatea experimentului.

...

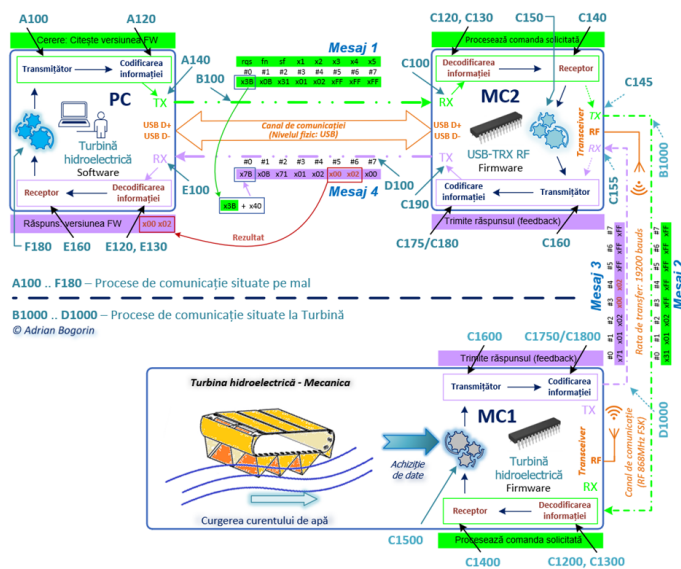


Fig. 10.18 Procesele de comunicații desfășurate în cadrul achiziției de date (Contribuție personală)



Fig. 10.24 Teste funcționale pe apă (Bogorin-Predescu, Țițu, & Țițu, Data acquisition system for a hydroelectric turbine with deformable blades, 2024)

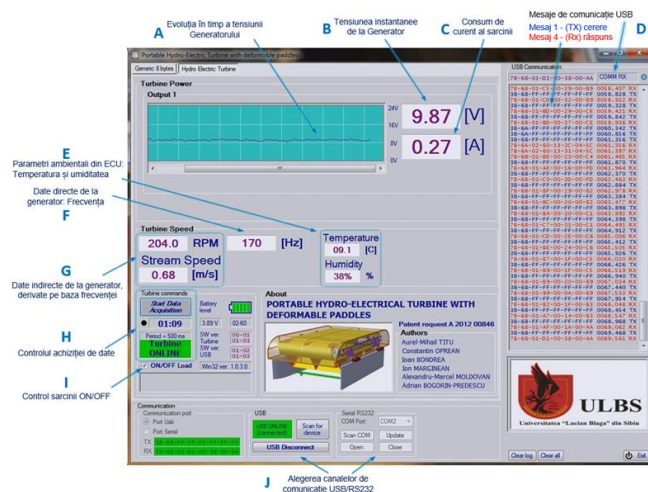


Fig. 10.25 Software-ul (Interfața grafică) dedicată pentru prototipul funcțional care implementează BI RO128224-B1 (documentație internă RO128224-B1, (Bogorin-Predescu, Țițu, & Țițu, Data acquisition system for a hydroelectric turbine with deformable blades. 2024))

10.4.2 Contribuții și rezultate obținute

Comunicația dintre calculator și MC2, precum și dintre MC2 și MC1 respectă specificațiile protocolului de comunicație BIOComProP. Schimbul de date dintre calculator și MC2, apoi dintre MC2 și MC1 respectă procesele de comunicație descrise în figura 7.10. ...

Figura 10.18 este similară cu procesele de comunicație descrise de aceeași autori Brevetului de Invenție "Turbină hidroelectrică cu pale deformabile" (România Brevet nr. 128224-B1, 2018), publicat în (Țițu & Bogorin-Predescu, Communication management for the acquisition of data between the pc and a device called the hydroelectric turbine deployed linearly on the course of flowing water, 2024) pentru prototipul Brevetului de Invenție "Turbină hidroelectrică desfășurată liniar pe firul apelor curgătoare" (România Brevet nr. 127219-B1, 2017).

Din perspectiva proceselor de comunicație, diferența principală dintre cele două brevete menționate constă în dimensiunea pachetelor de date vehiculate între MC1 și MC2: pentru prototipul funcțional asociat BI RO127219-B1, acestea au fost structurate pe 5 octeți, în timp ce pentru BI RO128224-B1 sunt organizate pe 8 octeți.

Sistemul de achiziții de date pentru BI RO127219-B1, cu numele "Turbină hidroelectrică desfășurată liniar pe firul apelor curgătoare", a fost detaliat pe larg de aceeași autori ai brevetului de invenție în (Bogorin-Predescu A. , Țițu, Țițu, & Nabialek, Data acquisition system for a hydroelectric turbine located linearly on the course of flowing water, 2025).

În figura 10.24 se prezintă prototipul funcțional al BI RO128224-B1, "Turbină hidroelectrică cu pale deformabile", la testare funcțională pe cursul râului Sadului.

Testarea a inclus tot sistemul de achiziție, de la turbină până la calculator, iar ca și element de consum, s-a folosit un proiector cu LED-uri cu puterea nominală de 10W.

Interfața grafică a aplicației software care rulează pe calculator este ilustrată în figura 10.25.

Interfața grafică este dezvoltată pe baza bibliotecilor și modulelor software integrate în platforma BIOComProP_TS. Partea de comunicație, care include procesele descrise

în figurile 7.12 și 7.13, este implementată în cadrul interfeței grafice BIOComProP_TS și integrată în software-ul reprezentat în figura 10.25, dedicat prototipului funcțional.

Informațiile care sunt afișate pe interfața grafică sunt împărțite în două grupuri:

- Direct, bazate pe valorile măsurate pe baza parametrilor electrici de la turbină și de la starea sistemului MC1:
 - Tensiunea electrică de ieșire de la generator;
 - Frecvența generatorului trifazat;
 - Curentul electric de ieșire de la generator, în funcție de consumatorii alimentați;
 - Temperatura din MC1, în cazul de față, este 9.1°C;
 - Umiditatea din MC1, în cazul de față, este de 38%;
 - Starea bateriei, în cazul de față tensiunea la bornele bateriei din MC1 este de 3.89V.
- Indirect, bazate pe măsurarea frecvenței de la generator:
 - Viteza de rotație al axului generatorului, bazată pe frecvența de la generator;
 - viteza de curgere a râului.



BI RO127219-B1 "Turbină hidroelectrică desfășurată liniar pe firul apelor curgătoare"

BI RO128224-B1 "Turbină hidroelectrică cu pale deformabile"

Fig. 10.31 Brevete de Invenție RO127219-B1 și RO128224-B1, ale turbinelor hidroelectrice ((România Brevet nr. 127219-B1, 2017) (România Brevet nr. 128224-B1, 2018))

Figura 10.31 prezintă Brevetele de Invenție RO127219-B1 "Turbină hidroelectrică desfășurată liniar pe firul apelor curgătoare" acordat în anul 2017 și RO128224-B1 "Turbină hidroelectrică cu pale deformabile" care a fost acordat în anul 2018 de către Oficiu de Stat pentru Invenții și Mărci (OSIM).

10.5 Contribuții la îmbunătățirea managementului calității procesului de comunicații pentru al doilea brevet de invenție ales utilizând platforma informatică BIOComProP

10.5.1 Prezentarea celui de al doilea brevet ales spre analiză



Fig. 10.33 Prototipul funcțional al BI RO129280-B1 (BI RO129280-B1)

Invenția "Scaun pentru lucrul la PC, cu principiu activ de destindere a coloanei vertebrale" cu numărul RO129280-B1 (România Brevet nr. 129280-B1, 2021) se referă la un scaun conceput pentru persoanele care petrec perioade îndelungate lucrând la calculator, proiectat pentru a contracara efectele nocive ale compresiei continue a coloanei vertebrale. În comparație cu scaunele birocratice reglabile pe roți, care mențin coloana într-o poziție verticală accentuată și generează o presiune permanentă asupra discurilor intervertebrale, și spre deosebire de scaunele ergonomice existente, care oferă confort postural dar nu combat efectele decompresive preexistente, noua soluție permite întreruperea controlată a compresiei gravitaționale asupra coloanei prin secvențe scurte de elongație, plasate voluntar în timpul utilizării scaunului.

Figura 10.33 prezintă prototipul funcțional în zona de atelier (a) și în zona de birouri (b).

Sistemul este prevăzut pentru protecție în caz de adormire întâmplătoare cu un modul electronic care poate detecta lipsa de mișcare și opri automat elongația după un interval programat. Microclimatizarea pentru zona picioarelor completează experiența de confort fizic.

Revendicările a), b) și c) au fost implementate în prototipul funcțional prezentat în figura 10.33.

10.5.2 Contribuții și rezultate obținute

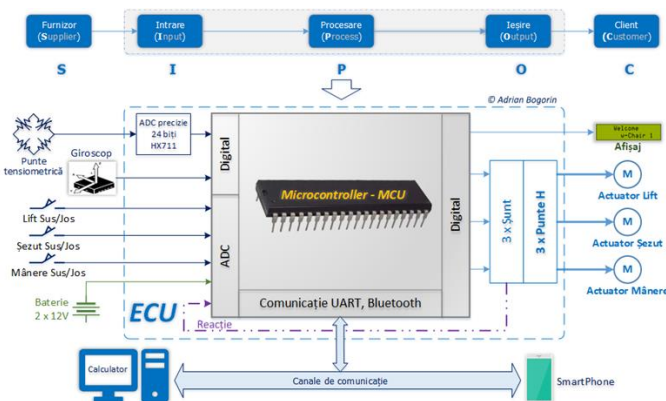


Fig. 10.34 Elementele componente ale prototipului funcțional din perspectiva SIPOC pentru ECU (Contribuție personală)

de la puntea tensometrică;

- *Procesare* (Process): realizată de microcontroller-ul Microchip PIC18F46K80, care interpretează semnalele provenite de la interfețele conectate la ECU, elaborează decizii și generează comenzi către elementele de ieșire;
- *Ieșiri* (Output) ... ;
- *Clienți* (Customer) ... ;

...

Fiecare actuator este prevăzut cu un senzor de curent care monitorizează nivelul de încărcare mecanică în timpul funcționării. În firmware-ul microcontroller-ului a fost implementată o **măsură de siguranță** pentru actuatorul „Handle”, responsabil de acționarea pârghiilor destinate relaxării coloanei vertebrale. Întrucât o forță de ridicare excesivă ar putea compromite procesul terapeutic, sistemul detectează supraconsumul de curent și blochează automat acțiunea atunci când este depășit pragul de siguranță.

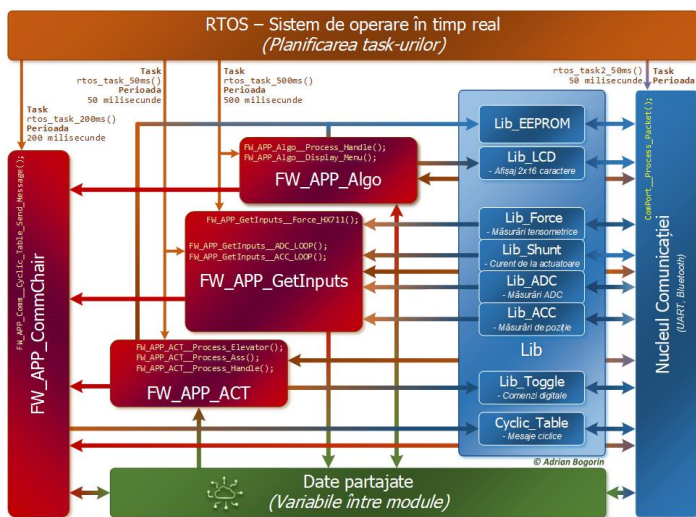


Fig. 10.36 Platforma BIOComProP_ECU integrată în arhitectura Firmware a prototipului (Contribuție personală)

MPLAB X (Microchip), utilizând compilatorul PICC (CCS). Acesta integrează patru aplicații software

În figura 10.34 este prezentată diagrama bloc a componentelor conectate la ECU, acestea constituind nucleul prototipului funcțional al BI RO129280-B1.

Comparativ cu figura 9.6, noua schemă evidențiază elementele electronice și electromecanice din perspectiva metodologiei SIPOC. Astfel, structura sistemului electronic asociat ECU poate fi descrisă după cum urmează:

- *Furnizori* (Supplier): transmit informații referitoare la mediul ambiant către ECU ... ;
- *Intrări* (Input): convertor ADC de precizie pe 24 de biți, utilizat ca amplificator de instrumentație pentru preluarea semnalelor

...

Algoritmul de funcționare al circuitelor de intrare corespunzătoare celor șase butoane a fost detaliat anterior în figurile 9.19, 9.20 și 9.21, tabelele 9.1 și 9.2, precum și în literatura de specialitate (Țițu A. M., Bogorin-Predescu A., Bogorin-Predescu O., & Țițu Ș., 2023) elaborată de autorii aceluiași brevet de invenție.

...

Firmware-ul instalat pe microcontroller-ul MCU, ilustrat în figura 10.34 (și implicit în figurile 9.17 și 9.18), este dezvoltat pe platforma BIOComProP_ECU. Arhitectura acestuia, aferentă prototipului funcțional asociat BI RO129280-B1, este prezentată în figura 10.36.

Implementarea firmware-ului s-a realizat în mediul integrat de dezvoltare

independente de tipul microcontroller-ului, dar strâns dependente de specificul proiectului. Pentru prototipul funcțional BI 129280/2021, aplicațiile sunt următoarele:

- "FW_APP_GetInputs";
- "FW_APP_ACT";
- "FW_APP_Algo";
- "FW_APP_CommChair".

În figura 10.36, primele trei aplicații sunt dispuse pe diagonală, în timp ce "FW_APP_CommChair" ocupă o poziție distinctă, întrucât gestionează comunicația prin mesaje generate de evenimentele interne fiecărei aplicații software.

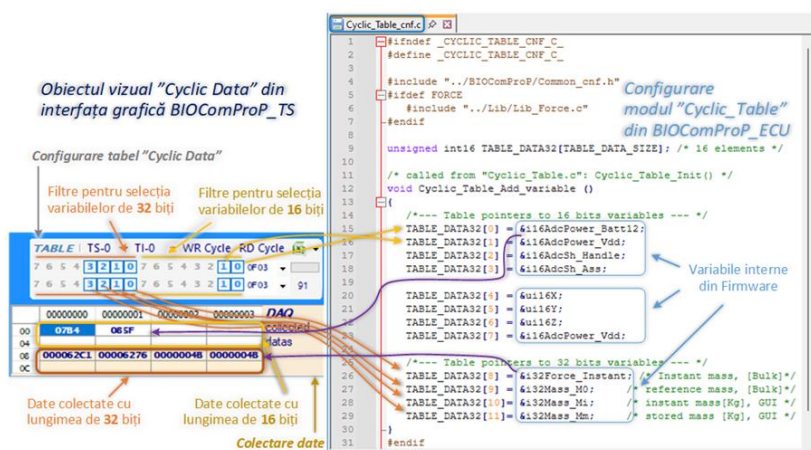


Fig. 10.38 Configurarea modului "Cyclic_Table" din obiectul vizual "Cyclic Data" (Contribuție personală)

interfața BIOComProP_TS, capabil să configureze, să afișeze în timp real și să exporte date în format Excel (fig. 10.38).

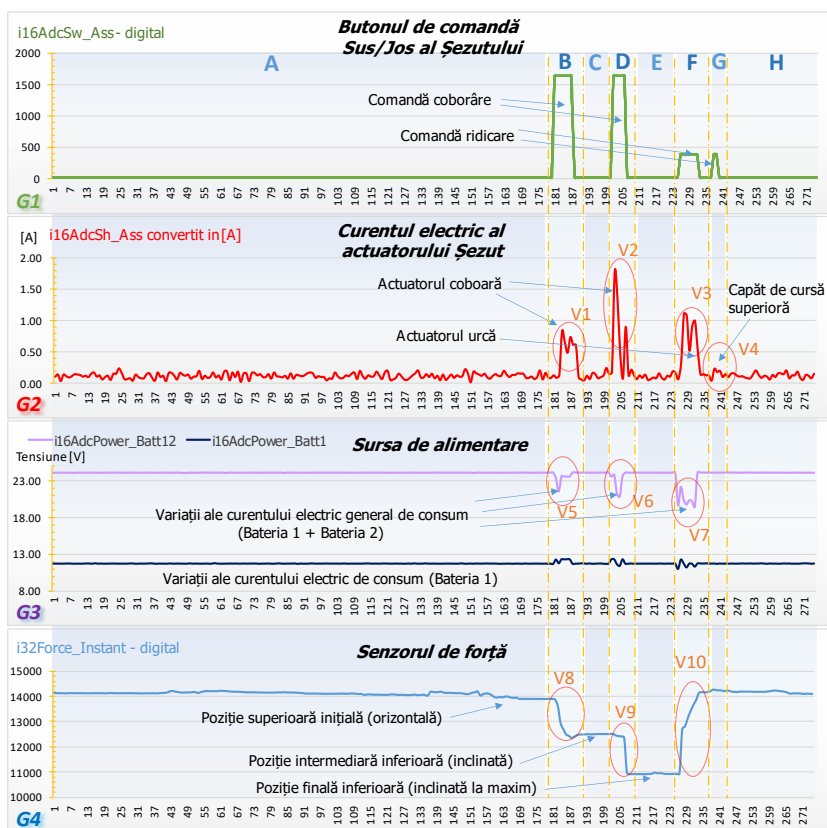


Fig. 10.40 Variația forței, tensiunii de alimentare și curentului de consum în funcție de comanda de mișcare a șezutului (Contribuție personală)

În cazul celor două prototipuri ale turbinelor hidroelectrice, s-a utilizat mecanismul clasic de comunicație cerere-răspuns, cu dezavantajul solicitării periodice a datelor. În schimb, pentru prototipurile de scaune, s-a dezvoltat în platforma BIOComProP un mecanism inovator de transmitere ciclică a informațiilor, reducând traficul pe canalul de comunicație la jumătate. Acesta este realizat prin modulul „Cyclic_Table” implementat în ECU și obiectul vizual corespunzător „Cyclic Data” din

În partea dreaptă a figurii 10.38, la linia 9, este definit un tablou "TABLE_DATA32" cu 16 elemente. Acest tablou conține adrese de memorie unde sunt stocate diferite variabile (date interne din firmware) folosite pentru citirea valorilor de la senzori, tensiuni de alimentare, variabile de sistem. Primele 8 poziții din "TABLE_DATA32" sunt rezervate tipurilor de date structurate pe 16 biți, iar următoarele 8 poziții sunt pentru datele structurate pe 32 de biți.

Figura 10.40 prezintă graficele variațiilor forței, tensiunii de alimentare și curentului de consum al șezutului de la actuatorul șezut, în funcție de acționările butoanelor de comandă pentru mișcarea șezutului.

Cele patru graficele, prezentate în figura 10.40, au fost construite numai pe baza datelor colectate prin modulul

"Cycle_Table" de la ECU-ul scaunului și prin obiectul grafic "Cyclic Data" din aplicația software BIOComProP_TS.

Fiecare curbă din grafic este formată din 271 de puncte, valori achiziționate prin telemăsurare de la ECU. Graficul 1, 2 și 4 conțin câte o curbă fiecare, iar cel de-al treilea grafic este format din 2 curbe, una pentru tensiunea de 24 V și alta pentru cea de 12 V. Toate cele 4 grafice sunt sincronizate temporal pe orizontală.

...

Dintre cele 8 variabile interne achiziționate ciclic de la ECU din tabelul 10.11, s-au folosit 5. Datele colectate în obiectul vizual "Cyclic Data" s-au exportat în format excel, iar de acolo s-au construit cele 4 grafice prezentate în figura 10.40.

Figura 10.41 prezintă interfața grafică împreună cu comenzile pentru butoanele de comandă pentru cele

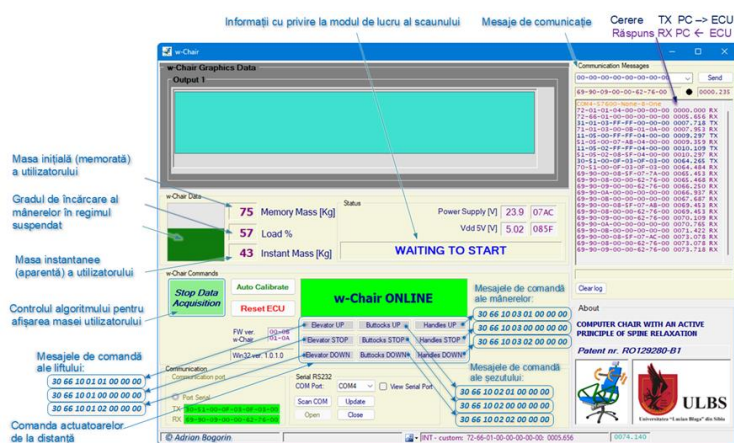


Fig. 10.41 Interfața grafică cu comenzile pentru mișcarea actuatorilor (Contribuție personală)

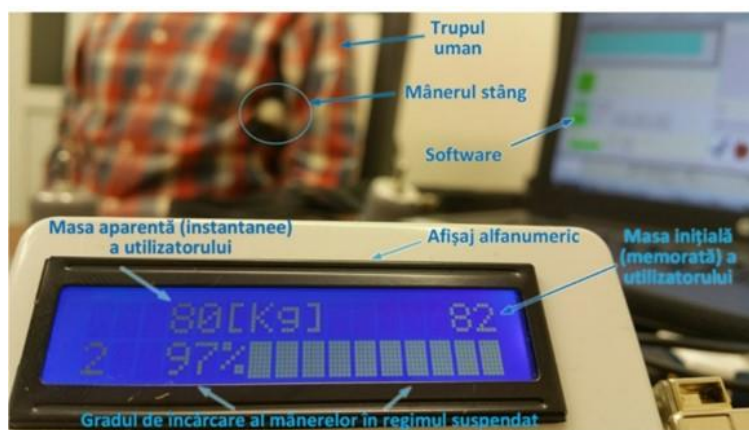


Fig. 10.43 Testare funcțională la nivel de prototip funcțional (Țițu A. M., Bogorin-Predescu A., Bogorin-Predescu O., & Țițu Ș., 2023)

suspendă trupul uman în funcție de voința voluntară a utilizatorului.

După acționare mânerelor în regim de ridicare, masa utilizatorului aparentă sesizată de senzorul de forță de la șezut, devine 80 Kg, pentru că o parte din masa acestuia este susținută de mâner.

Scaunul nu acționează automat mânerul pentru suspendare trupului uman. Ci este o acționare controlată exclusiv de utilizatorul uman, iar ECU-ul calculează și afișează informații referitoare la masa acestuia și apoi la forța calculată de suspendare a trunchiului, convertită în kilograme forță.

Scaunul asistă utilizatorul în procesul de suspendare a trupului uman pentru elongarea coloanei vertebrale.

...

Prototipul funcțional a fost foarte apreciat la saloanele internaționale de invenție de către juriu și vizitatori, iar în anul 2018, fiind expus în cadrul evenimentului "EUROINVENT 2018", Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu a luat marele premiu cu această realizare ...

10.6 Contribuții la îmbunătățirea managementului calității procesului de comunicații pentru un sistem de testare utilizând platforma BIOComProP cu aplicabilitate în industria automotive

Figura 10.45 ilustrează fluxul de lucru tradițional asociat dezvoltării unei funcționalități noi sau corectării unei erori în software-ul încorporat.

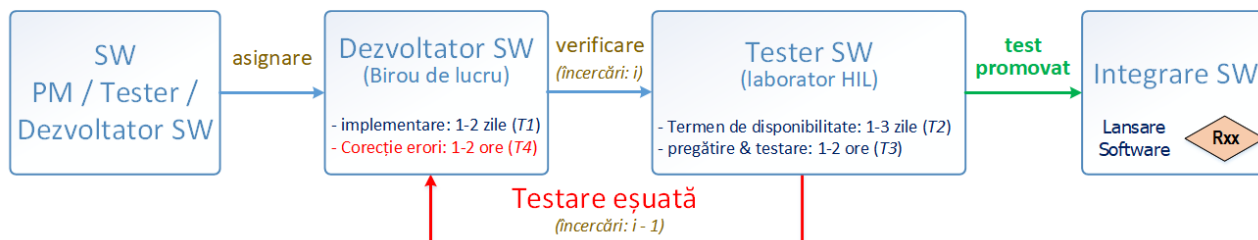


Fig. 10.45 Fluxul de lucru tradițional pentru implementarea/dezvoltarea/corectarea unei erori pentru un software încorporat (Contribuție personală)

Pentru dezvoltatorul de software încorporat, o implementare nouă, necesită de obicei o medie de 1 până la 2 zile. Inginerul SW Tester verifică implementările firmware-ului pe sistemul de testare "Hardware-in-the-Loop" (HIL). Testarea HIL presupune conectarea ECU-ului la un sistem de testare care simulează funcționarea unui produs asamblat în condiții reale.

Durata accesului la HIL poate varia de la o zi la câteva zile în astfel de cazuri. Dacă firmware-ul testat nu este conform, acesta trebuie întors dezvoltatorului pentru remedieri de erori, care pot necesita câteva ore, urmate de câteva zile până când echipamentul HIL este din nou accesibil.

În consecință, în timpul fiecărui ciclu de implementare/testare, mai multe zile sunt irosite în așteptarea disponibilității HIL-ului.

În cazul în care FW-ul testat pe HIL nu este conform cu criteriile pe care trebuie să le îndeplinească, inginerul de testare întoarce FW înapoi către dezvoltatorul de software pentru a remedia neconformitățile. Remedierea acestora durează câteva ore, iar apoi FW este livrat din nou către inginerul de testare pentru a verifica pe HIL. Aceste încercări de implementare-testare (eșuată)-remediere s-au notat în figura 10.45 cu "încercări: i", unde "i" reprezintă numărul de iterații necesare pentru a implementa-remedia FW, până când acesta devine conform cu cerințele.

Timpii descriși în figura 10.45 sunt:

- T1: timpul de implementare/dezvoltare al unui task de către SW developer. ... ;
- T2: timpul irosit în care se așteaptă ca sistemul de testare HIL să fie disponibil pentru ca inginerul tester să îl acceseze. ... ;
- T3: timpul necesar pentru testarea FW-ului de către inginerul de testare software. ...

Pentru a reduce numărul de iterații "i" în partea de testare a FW-ului, în figura 10.46 se propune o schimbare a procesului, în care dezvoltatorul de software verifică personal funcționalitatea minimă a implementărilor.

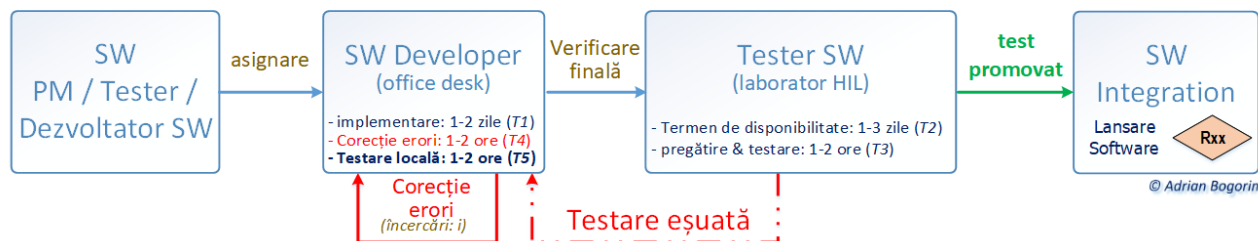


Fig. 10.46 Procesul optimizat pentru implementarea/dezvoltarea unui task (contribuție personală)

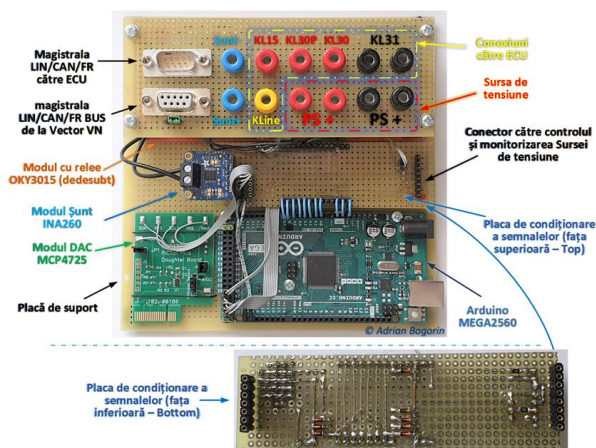


Fig. 10.52 TestBench - prototipul hardware (Contribuție personală)

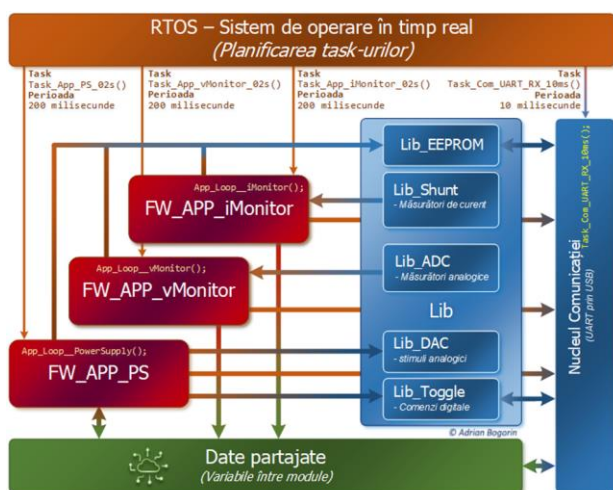


Fig. 10.55 Arhitectura firmware a sistemului de testare TestBench (Contribuție personală)

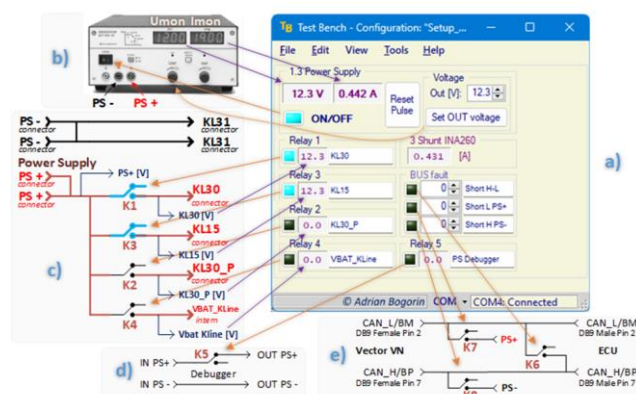


Fig. 10.57 TestBench - Interfața grafică cu utilizatorul (Contribuție personală)

HMI ("Human Machine Interface").

Sus, în partea dreaptă a interfeței grafice se află zona "Power Supply" (Sursa de tensiune) care gestionează sursa de energie electrică din figura 10.57 (b). Butonul "Set OUT voltage" aplică o tensiune de comandă prin convertorul DAC, asupra sursei de energie, astfel încât tensiunea de ieșire de la bornele sursei să aibă aceași valoare prestabilită în interfața grafică.

...

Liantul dintre aplicația TestBench SW și echipamentul TestBench HW este protocolul de comunicație BIOComProP amintit mai devreme.

La începutul proiectului TestBench, acesta s-a dorit să fie flexibil, ușor extensibil, și modular. În acest sens s-a folosit placa Arduino Mega2560 care a fost proiectată de comunitatea Arduino în ideea de a fi compatibilă cu conceptul de prototipare rapidă. Arduino reprezintă, în esență, o platformă electronică accesibilă și intuitivă, destinată atât profesioniștilor, cât și pasionaților, care facilitează dezvoltarea rapidă a prototipurilor și experimentelor electronice interactive. Modulele compatibile Arduino, cum ar fi modulul cu rele, șunt și DAC, sunt relativ ieftine, iar componentele suplimentare sunt ușor de găsit și de înlocuit, ceea ce face ca dezvoltarea de proiecte să fie mai accesibilă din punct de vedere financiar.

...

Ca orice produs inteligent, dotat cu microcontroller, acesta funcționează pe baza unui program software. Pentru a permite dezvoltarea firmware-ului TestBench-ului într-un interval de timp redus, prin utilizarea prototipării rapide, s-a adoptat arhitectura firmware BIOComProP_ECU.

Înainte de prezentarea arhitecturii firmware a TestBench-ului ilustrată în figura 10.55, este necesară definirea cerințelor pe care minisistemul de testare trebuie să le îndeplinească.

Funcția primară pe care trebuie să o îndeplinească TestBench-ul, este de a acționa comutatoarele K1 .. K9. Prin aceste comutatoare, se conectează liniile de alimentare cu energie electrică la EUT, se gestionează comanda sursei de alimentare, se injectează defecte pe magistrala de comunicație dintre EUT și echipamentul VN și se supervisează convertorul K-Line.

O altă funcție primară reprezintă măsurarea tensiunilor de la bornele EUT-ului obținându-se un feedback important în urma acționării comutatoarelor.

...

Interfața grafică care controlează componenta hardware a TestBench-ului este descrisă cu caracteristici minime în figura 10.57. În centrul figurii 10.57 (a), interfața grafică cu utilizatorul "GUI" ("Graphical User Interface") servește ca o reprezentare vizuală a comutatoarelor care facilitează transmiterea semnalelor electrice către EUT, în timp ce se monitorizează simultan tensiunile electrice la bornele EUT.

GUI funcționează ca o interfață om-mașină -

Platforma BIOComProP a fost aplicată și în industria automotive, ca unealtă, încorporată în sistemul de testare TestBench pentru a ajuta și grăbi procesul de testare a unităților electronice de control. În prima fază, la nivel de prototip, până ce s-a stabilizat dezvoltarea sistemului TestBench-ului, acesta a fost aplicat în număr restrâns la bancurile de lucru, apoi a fost multiplicat în câteva zeci de exemplare în cadrul a două segmente din Centrul de Cercetare și Dezvoltare al organizației AUMOVIO din Sibiu.

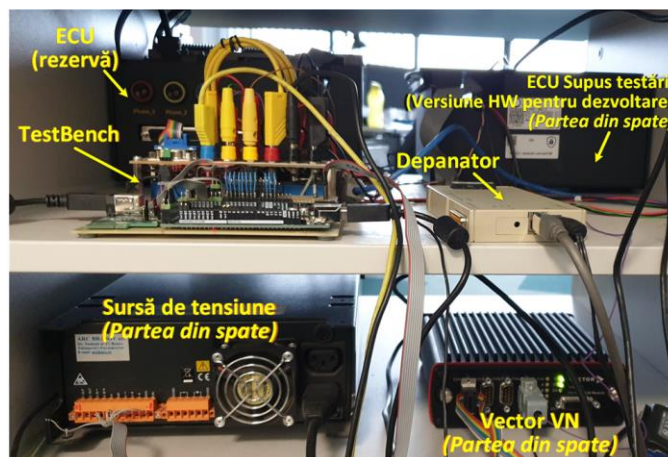


Fig. 10.59 Partea din spate a bancului de testare TestBench (Contribuție personală)

... Sistemul de testare TestBench se adresează în principal dezvoltatorilor de software încorporat care nu se ocupă de implementarea de software pentru senzori și actuatore. Acesta este destinat inginerilor pentru stiva de comunicație ("ComStack") din cadrul AUTOSAR.

... ECU-ul evaluat nu este lipsit de erori. Acest lucru este benefic, deoarece reduce substanțial amprenta sistemului de testare TestBench, eliminând necesitatea unor senzori și actuatore care ocupă spațiu fizic. Figura 10.59 prezintă un banc de testare utilizând echipamentul TestBench. Bancul de testare este utilizat pentru dezvoltatorii de software

încorporat pentru sisteme de frânare mecatronice.

... Având în vedere specializarea echipei "Comstack" pe implementarea firmware-ului din perspectiva comunicației, bancurile de testare echipate cu sistemul TestBench nu necesită integrarea senzorilor și actuatorilor fizici ai autovehiculului la EUT. Prin urmare, nu este imperativă dezvoltarea unui sistem de testare Hardware-in-the-Loop (HIL) complet echipat. Obiectivul principal nu este atingerea unei emulări fără erori ("error-free") a întregului sistem fizic (adică, cu hardware complet cuplat la EUT, incluzând senzori și actuatori). În schimb, procesul de testare este circumscris și axat exclusiv pe disciplina de comunicație. Această abordare permite evaluarea riguroasă a nivelului de comunicație al firmware-ului fără complexitatea și costurile asociate emulării hardware complete a vehiculului.

... Introducerea sistemului de testare TestBench a coincis cu o reducere semnificativă a curbei de învățare și a timpului necesar pentru dezvoltarea competențelor în rândul personalului cu experiență redusă (nivel junior). Sistemul a facilitat o accelerare notabilă în dobândirea următoarelor aptitudini profesionale de către inginerii începători:

- **Gândirea Analitică:** Îmbunătățirea capacității de a evalua sisteme complexe și de a diagnostica probleme.
- **Expertiza Tehnică:** Consolidarea cunoștințelor și abilităților specifice legate de arhitectura firmware și procesele de testare.

10.7 Concluzii

Platforma informatică BIOComProP, prezentată în cadrul capitolului 10, se remarcă prin complexitatea și versatilitatea sa, fiind o contribuție semnificativă în domeniul sistemelor încorporate, cu aplicabilitate directă în industria automotive și în validarea prototipurilor funcționale aferente brevetelor de invenție.

... "Turbina hidroelectrică cu pale deformabile" reprezintă un exemplu concret de prototip funcțional al unui brevet de invenție, în care platforma BIOComProP a fost utilizată pentru realizarea comunicației între calculator și turbina amplasată pe cursul râului. Comunicarea se realizează prin intermediul unui microcalculator intermediar, MC2, care primește cereri de la interfața grafică și le transmite către MC1, aflat pe turbină. Parametrii achiziționați de la turbină includ tensiunea, curentul, frecvența generatorului, temperatura și umiditatea din carcasa ECU-ului, precum și nivelul bateriei. Modulul de achiziție de date funcționează pe baza unui mecanism cerere-răspuns, în care calculatorul inițiază solicitarea, iar turbina răspunde cu datele corespunzătoare, transmise prin mesaje structurate pe 8 octeți. Aceste date sunt apoi exportate în format Excel, facilitând analiza numerică și grafică a performanțelor sistemului.

”Scaun pentru lucrul la PC, cu principiu activ de destindere a coloanei vertebrale”, este un alt prototip funcțional validat prin platforma BIOComProP. Spre deosebire de turbina hidroelectrică, acest sistem integrează comenzi digitale pentru controlul actuatorilor, care reglează poziția șezutului, a mânerelor și a liftului. Partea electronică a scaunului este prezentată din perspectiva metodologiei SIPOC, evidențiind fluxul de informații de la senzori și butoane către microcontroller și actuatore. Firmware-ul este construit pe arhitectura BIOComProP_ECU, utilizând aplicații software dedicate pentru achiziția de date, procesarea algoritmică și controlul ieșirilor.

...

TestBench-ul, dezvoltat ca un sistem de testare pentru ECU-uri, s-a născut din necesitatea optimizării timpului de dezvoltare, implementare, reparare și testare a software-ului încorporat din industria automotive. Studiul comparativ realizat între fluxul de lucru tradițional și cel optimizat de tip hibrid a evidențiat avantajele semnificative ale introducerii unui sistem de testare accesibil direct dezvoltatorilor de firmware. În fluxul optimizat, dezvoltatorul poate testa local implementările, reducând numărul de iterații pe echipamentele HIL și scurtând considerabil durata totală a procesului de validare.

TestBench-ul a fost construit pornind de la o diagramă bloc conceptuală, urmată de realizarea unei scheme electronice detaliate și a unei interfețe grafice cu utilizatorul. Firmware-ul sistemului de testare este dezvoltat deasemenea pe arhitectura BIOComProP_ECU, integrând module pentru controlul sursei de alimentare, măsurarea tensiunilor și curentului, injectarea de defecte pe magistrala de comunicație și salvarea parametrilor de stare în EEPROM. După faza de prototip, TestBench-ul a fost produs în miniserie, fiind implementat în zeci de bancuri de testare din cadrul organizației, cu extindere internațională.

...

Pentru colegii mai tineri, TestBench oferă oportunitatea de a înțelege în profunzime arhitectura firmware-ului, mecanismele de comunicație, interacțiunea cu sursa de alimentare, precum și procesele de monitorizare și control ale unui ECU. Prin utilizarea interfeței grafice intuitive și prin feedback-ul vizual oferit în timp real, aceștia pot observa direct efectele comenzilor trimise, pot analiza comportamentul sistemului în diferite scenarii și pot învăța să diagnosticheze și să remedieze erori într-un mod sistematic. În plus, integrarea cu platforma BIOComProP_ECU le permite să se familiarizeze cu o arhitectură standardizată, utilizată în proiecte reale, ceea ce contribuie la formarea unei gândiri analitice și la dezvoltarea unei expertize tehnice solide.

Pentru *organizațiile care învață*, TestBench reprezintă un catalizator al eficienței operaționale și al transferului de cunoștințe. Prin *reducerea dependenței de echipamentele HIL* și prin facilitarea testării locale, se optimizează resursele, se scurtează timpii de dezvoltare și se creează un mediu colaborativ în care inginerii pot lucra iterativ, pot valida rapid ipoteze și pot documenta rezultatele într-un mod reproductibil. Mai mult, prin extinderea utilizării TestBench în cadrul echipelor internaționale, inclusiv în afara programului de lucru local, se maximizează disponibilitatea bancurilor de testare și se promovează o *cultură organizațională bazată pe autonomie, responsabilitate și învățare continuă*.

...

În concluzie, capitolul 10 demonstrează aplicabilitatea extinsă a platformei BIOComProP în dezvoltarea, testarea și validarea sistemelor embedded, atât în contextul brevetelor de invenție, cât și în industria automotive. Prin integrarea interfeței grafice, a structurii ”workspace”, a arhitecturii firmware și a mecanismelor de comunicație avansate, BIOComProP oferă un cadru robust și eficient pentru realizarea de prototipuri funcționale și sisteme de testare moderne, contribuind la creșterea calității produselor și la protecția proprietății intelectuale.

11. CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII ORIGINALE ȘI DIRECȚII ULTERIOARE DE CERCETARE

11.1 Concluzii finale

Cercetarea a abordat integrat problematica managementului calității procesului de comunicații în sisteme încorporate pentru domeniul mecatronic și automotive, de la fundamente teoretice și stadiul actual, până la dezvoltarea unei platforme proprii – BIOComProP (”Basic Input Output Communication Protocol Platform”) – și validarea ei prin prototipuri funcționale și un banc de testare dedicat (TestBench). Platforma leagă un PC de un ECU printr-un protocol la nivel de aplicație și prin procese asincrone de transmitere/recepție, inspirate din modelul Shannon–Weaver și adaptate canalelor fizice utilizate (UART, CAN, BLE). Această integrare este prezentată stratificat, de la modelul teoretic la implementarea concretă (PC–ECU), cu codificare/decodificare în BIOComProP_TS (PC - Calculator) și BIOComProP_ECU (ECU – ”Electronic Control Unit”), pentru interoperabilitate și trasabilitate.

...

Analiza bibliometrică, din prima parte a cercetării științifice, a adus confirmarea că direcția de cercetare este aliniată literaturii de vârf: termeni ca *"quality management"*, *"firmware platform"*, *"embedded systems"* și *"communication protocol"* apar cu frecvențe ridicate și legături consistente în platforma WOS, ceea ce validează orientarea spre platforme firmware portabile, conectivitate IoT și securitate a comunicației. Acest diagnostic susține standardizarea limbajului PC-ECU, modularitatea și portabilitatea promovate în BIOComProP.

Din perspectiva arhitecturală, o contribuție importantă constă în adoptarea unui model de comunicație asincron. În locul lanțului "cerere-răspuns" blocant, recepția mesajelor de la ECU este decuplată de transmiterea comenzilor din PC, ceea ce crește reziliența aplicației la întârzieri sau lipsa răspunsului din partea ECU-ului, previne blocare interfeței grafice și permite procesarea concurrentă. Această alegere tehnică – împreună cu jurnalizarea și separarea clară a rolurilor între PC și ECU – a permis dezvoltarea unor fluxuri robuste, orientate pe calitate, atât în prototipare, cât și în suportul post-lansare.

...

Modelul V a reprezentat fundamentul metodologic pentru dezvoltarea prototipului funcțional, fiind adaptat la specificul sistemelor mecatronice. Procesul a început cu definirea cerințelor și specificațiilor produsului, urmată de proiectarea la nivel de sistem, module și componente. Latura stângă a modelului a acoperit fazele de analiză și design, iar latura dreaptă a asigurat verificarea și validarea corespunzătoare fiecărei etape. Astfel, proiectarea și simularea componentelor au fost confirmate prin prototipare și testare, iar conceptul complet al produsului a fost validat prin testarea prototipului final.

Această abordare a permis trasabilitate completă între cerințe, design și testare, reducând riscul de erori și asigurând respectarea standardelor de calitate. În plus, integrarea platformei BIOComProP a facilitat parcurgerea etapelor modelului V într-un mediu unitar, oferind instrumente pentru simulare, control și documentare. Rezultatul a fost un flux de dezvoltare coerent, cu economii semnificative de timp și resurse, confirmând eficiența modelului V în proiecte complexe din industria automotive și mecatronică.

Partea aplicativă a cercetării științifice a ilustrat transferul metodologic către prototipuri reale. Pentru brevetul "Turbină hidroelectrică cu pale deformabile" (RO128224-B1) s-a realizat un sistem de achiziție distribuit, cu ECU mobil (MC1) pe cursul de apă și ECU staționar (MC2) pe mal, comunicând radio în "half-duplex" prin pachete de 8 octeți, astfel încât PC-ul să poată vizualiza în timp real tensiunea/frecvența generatorului, curentul prin sarcini, temperatura/umiditatea din MC1 și starea bateriei. S-au implementat și indicatori derivați (viteză de rotație a generatorului, viteză de curgere a râului), iar interfața grafică a fost structurată pe zone tematice (comenzi, valori instantanee, istoric mesaje).

Brevetul de invenție RO129280-B1, intitulat „Scaun pentru lucrul la PC, cu principiu activ de destindere a coloanei vertebrale”, a fost implementat printr-un prototip mecatronic integrat. Scopul invenției este reducerea efectelor negative ale compresiunii vertebrale în timpul lucrului prelungit la calculator, prin introducerea unor secvențe controlate de elongație a coloanei vertebrale.

Prototipul include un ansamblu ergonomic, actuator electromecanic pentru reglarea poziției șezutului și a pârghiilor rabatabile, precum și un modul electronic bazat pe microcontroler, care gestionează mișcările scaunului. Sistemul este completat de senzori pentru monitorizarea forței și a poziției, drivere pentru actuatori și un software dedicat care permite controlul local sau la distanță.

...

Pentru accelerarea activităților de dezvoltare și diagnosticare în industria automotive, s-a realizat un banc de testare modular ("TestBench"), construit în jurul unui sistem hardware de prototipare rapidă (Arduino Mega2560) și extins cu diferite circuite modulare pentru controlul tensiunii sursei și măsurarea curentului. Schema include divizoare rezistive pentru adaptarea tensiunilor către canalele ADC, linii de control și relee cu scopul injectării de erori pentru ECU supus testării. Această soluție este flexibilă, extensibilă și cu cost redus, facilitând testarea rapidă a EUT și integrarea cu instrumente de comunicație.

...

Studiul comparativ privind fluxul de lucru hibrid pentru dezvoltarea firmware a arătat o reducere substanțială a duratei pe scenarii iterative (de la 154 ore la 57 ore pentru 5 iterații). Beneficiul devine cu atât mai pronunțat cu cât numărul de iterații crește, ceea ce reflectă realitatea sistemelor încorporate din industria automotive.

În concluzie, demersul a demonstrat că o gestionare riguroasă, standardizată și sigură a procesului de comunicații – tratată ca obiectiv de calitate – produce efecte concrete: reducerea timpului de dezvoltare, creșterea trasabilității, accelerarea diagnosticării și validarea rapidă a prototipurilor. Platforma BIOComProP este transferabilă între familii de microcontrolere și proiecte, putând deveni nucleul unei "fabrici digitale" de prototipare și testare pentru sisteme mecatronice.

11.2 Contribuții originale

Contribuțiile originale desprinse din cercetarea științifică sunt:

- **Conceptul de sistem încorporat din punct de vedere holistic.** Contribuția constă în a trata comunicarea ca pe o funcție integratoare a calității, cu rol transversal asupra arhitecturii hardware, firmware, instrumentelor software și metodologiei de testare/diagnosticare. ... ;
- **Platforma BIOComProP.** Platforma definește un cadru complet pentru PC–ECU: **BIOComProP_ECU** (firmware), **BIOComProP_TS** (software de test pentru calculator) și un protocol de comunicație. ... ;
- **Protocolul de comunicație BIOComProP.** A fost proiectat un protocol aplicativ cu pachete compacte de 8 octeți, cu semnificație clară la nivel de byte, cu coduri de confirmare/eroare și mecanisme de securitate ("seed" generat de ECU, cheie derivată prin XOR și rotații circulare, blocare după multiple încercări). ... ;
- **Arhitectura firmware BIOComProP_ECU și infrastructura BIOComProP_ECU.** Arhitectura include: "Nucleul Comunicației", Biblioteci ("Lib"), "Date partajate" pentru schimb inter-modular, "IoMcu" și drivere specifice, plus un task periodic "Task_Com_XXX_RX_10ms" coordonat de RTOS/super-bucă. S-au definit cerințe pentru compatibilitate (ANSI C/C++), pentru diverse compilatoare (CCS, MPLAB X, GCC) și familii MCU (8/16/32 biți), ceea ce a permis replicarea rapidă a soluțiilor între proiectele abordate;
- **Platforma software integrată BIOComProP_TS.** Interfața grafică (proiectată în C#) reunește într-un "Workspace" toate uneltele și artefactele utilizate pentru dezvoltarea holistică a proiectelor/prototipurilor: fișiere XML de protocol ("limbajul" mesajelor), fișiere XML de descriere MCU, hărți EEPROM, proiecte schematice (ex. Proteus), proiecte firmware (CCS/MPLAB/Arduino), respectiv aplicații software dedicate prototipurilor. ... ;
- **Scalabilitatea arhitecturii firmware.** Arhitectura *BIOComProP_ECU* a fost proiectată pentru a fi complet portabilă și independentă de platforma hardware, ceea ce permite integrarea facilă pe orice microcontroler, indiferent de familie sau compilator. ... ;
- **Versatilitatea platformei BIOComProP.** BIOComProP nu este doar o platformă de comunicație, ci un instrument integrat care acoperă toate fazele modelului V: de la definirea cerințelor și configurarea inițială, până la testarea și validarea finală. În faza de dezvoltare, BIOComProP_TS oferă un mediu unitar pentru configurare, monitorizare și testare, iar BIOComProP_ECU asigură un firmware modular, ușor de parametrizat. Un avantaj major al versatilității este portarea rapidă a proiectelor: un proiect existent poate fi adaptat la un nou hardware prin modificări minime, datorită structurii modulare și a separării clare între componentele generice și cele specifice.

Prototipurile funcționale, sistemul de testare încorporat TestBench și Stația meteo pentru interior din domeniul IoT sunt **aplicații** ale platformei BIOComProP:

- **Primul brevet de invenție:** "Turbina hidroelectrică cu pale deformabile" cu numărul RO128224-B1 – construcție flotantă, ușor transportabilă, care transformă mișcarea liniară a apei în rotație printr-o "centură" cu buzunare deformabile, alimentând gospodării izolate; soluția vizează curgeri lente, unde turbinele clasice sunt ineficiente. S-a proiectat și executat o arhitectură de sisteme încorporate formată din microcalculatorul MC1 (situat pe apă) și MC2 (situat pe mal); MC1 monitorizează tensiunea/frecvența generatorului și transmite radio datele către MC2, care le trimite PC-ului. ... ;
- **Al doilea brevet de invenție:** "Scaun pentru lucrul la PC, cu principiu activ de destindere a coloanei vertebrale" cu numărul RO129280-B1 a presupus o abordare multidisciplinară. Contribuția s-a concentrat pe partea electronică și software, cu accent pe integrarea ECU-ului, comunicația bidirecțională și dezvoltarea aplicațiilor dedicate. S-a realizat arhitectura electronică a unității de control (ECU), incluzând circuitele pentru actuatori, senzori și interfețele de comunicație. De asemenea s-a realizat un firmware modular, care asigură controlul precis al mișcărilor actuatorilor și monitorizarea parametrilor de siguranță. ... ;
- **Sistemul încorporat de testare TestBench** a fost conceput pentru a accelera activitățile de dezvoltare și diagnosticare în industria automotive, ca o platformă integrată pentru verificarea și validarea sistemelor mecatronice, într-un mod holistic. Structura sa include componente hardware și software care permit simularea, monitorizarea și controlul la distanță al ECU-urilor utilizate pentru autovehicule, oferind un mediu complet pentru testare. Proiectul este construit în jurul unui sistem hardware de prototipare rapidă (Arduino Mega2560), extins cu module dedicate pentru controlul tensiunii sursei, măsurarea curentului și injectarea de erori controlate în ECU-ul supus testării. ... ;

- În urma realizării prototipului funcțional al sistemului de testare „TestBench”, s-a extins aria de funcționalități a plăcii de condiționare a semnalelor, în vederea acoperirii unui număr mai mare de elemente de circuit. ... ;
- S-a realizat un studiu comparativ între *fluxul de lucru tradițional* și un *flux optimizat de tip hibrid* pentru testarea ECU-urilor, cu scopul de a identifica punctele critice care generează întârzieri în procesul de dezvoltare software. Analiza a evidențiat faptul că, în scenariul clasic, dependența de echipamentele HIL (Hardware-in-the-Loop) și timpii mari de așteptare pentru rezervarea acestora conduc la creșterea semnificativă a duratei totale de testare. În cadrul fluxului optimizat, s-a propus mutarea unei părți din activitățile de validare din zona HIL către un banc de testare dedicat, amplasat într-un spațiu accesibil dezvoltatorului. ... ;
- S-a realizat integrarea arhitecturii BIOComProP_ECU în cadrul platformei open source Arduino pentru dezvoltarea aplicației ”Stație meteo pentru calitatea aerului dintr-o încăpăre”, aplicație din domeniul IoT (Internet of Things). Microcontroller-ul utilizat, ESP32, face parte din categoria de 32 de biți, fiind un controller cu putere mare de procesare.

11.3 Direcții ulterioare de cercetare

Pe baza rezultatelor obținute, se pot contura următoarele direcții viitoare:

- **Extinderea platformei BIOComProP** pentru a include suport pentru noi familii de microcontrolere și protocoale de comunicație;
- **Extinderea comenzilor aferente protocolului de comunicație BIOComProP** pentru citirea variabilelor de program din memoria RAM a microcontroller-ului;
- **Integrarea funcționalității OTA (Over-The-Air)** pentru BIOComProP_ECU, cu suport extins pentru operațiuni de actualizare software prin platforma BIOComProP_TS, asigurând astfel un flux complet automatizat și securizat pentru mentenanța și evoluția sistemelor mecatronice;
- **Automatizarea completă a testării** prin algoritmi de inteligență artificială care să detecteze și să corecteze erorile în timp real;
- **Integrarea cu tehnologii IoT și cloud**, pentru monitorizarea la distanță și analiza datelor colectate de la prototipuri;
- **Dezvoltarea de module educaționale** bazate pe platforma BIOComProP, pentru formarea inginerilor în domeniul sistemelor mecatronice;
- **Aplicarea metodologiei în alte domenii**, precum robotică medicală, echipamente industriale sau dispozitive de asistență personală.

Bibliografie

1. Abatan, A., Jacks, B. S., Ugwuanyi, E. D., Nwokediegwu, Z. Q., Obaigbena, A., Daraojimba, A. I., & Lottu, O. A. (2024). The Role of Environmental Health and Safety Practices in the Automotive Manufacturing Industry. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(2), 531-542. doi:10.51594/estj.v5i2.830
2. Abdullah, D. A., Khidir, H. A., Maolood, I. Y., Ameen, A. K., Hamad, D. R., Beitollahi, H. S., . . . Shakor, M. Y. (2024). Elevating Information System Performance: A Deep Dive into Quality Metrics. *arXiv*, 22. doi:10.48550/arXiv.2412.18512
3. Adafruit. (2024). *Adafruit INA260 Current + Voltage + Power Sensor Breakout*. Preluat pe 12 12, 2024, de pe <https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-ina260-current-voltage-power-sensor-breakout.pdf>
4. Ahmad, A., Farooq, M. I., Rasool, S., & Farooq, O. (2023). Approaching The Firm's Innovation Capability through Knowledge Management Lens. *Pakistan Journal of Humanities and Social Sciences*, 11(4), 4742-4753.
5. Aji, I. T., & Priyono, A. (2021). The role of equity crowdfunding company as a knowledge broker in supporting the digital transformation of SMEs through knowledge sharing and dissemination process. *Strategic Approach to Business Ecosystem and Organizational Development*, 10(3), 109-122. doi:10.20525/ijrbs.v10i3.1158
6. Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*.

7. Al-Azzam, Z. F., & Al-Qura'an, A. B. (2019). How knowledge management mediates the strategic role of talent management in enhancing customer's satisfaction. *Independent Journal of Management & Production*, 10(2), 334-354. doi:10.14807/ijmp.v10i2.854
8. Alenezi, M. (2021). Deep Dive into Digital Transformation in Higher Education Institutions. *education sciences*, 11(12), 13. doi:10.3390/educsci11120770
9. Al-Tit, A. A., Al-Ayed, S., Alhammadi, A., Hunitie, M., Alsarayreh, A., & Albassam, W. (2022). The Impact of Employee Development Practices on Human Capital and Social Capital: The Mediating Contribution of Knowledge Management. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(4), 218. doi:10.3390/joitmc8040218
10. Ammirato, S., Fattoruso, G., & Violi, A. (2022). Parsimonious AHP-DEA Integrated Approach for Efficiency Evaluation of Production Processes. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(7), 15. doi:10.3390/jrfm15070293
11. Andriani, M., Samadhi, A. T., Siswanto, J., & Suryadi, K. (2019). Knowledge management strategy: an organisational development approach. *Business Process Management Journal*, 25(7), 1474-1490. doi:10.1108/BPMJ-07-2018-0191
12. Antari, N. P., Hastama, R., Noviyanti, A. A., & Juanita, R. A. (2024). Enablers and Barriers to Effective Communication about Drug Information: A Qualitative Study. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 35(2), 340-354. doi:10.22146/ijp.6620
13. Arcanjo, R. R., Martins, L. G., & Graci, D. F. (2024). ProTSA: A Testing Process for Automotive Software Domain. *Journal of Software Engineering and Applications*. doi:10.4236/jsea.2024.177033
14. Arestova, A., Martin, M., Hielscher, K.-S., & German, R. (2021). A Service-Oriented Real-Time Communication Scheme for AUTOSAR Adaptive Using OPC UA and Time-Sensitive Networking. *Sensors*, 21(7), 29. doi:10.3390/s21072337
15. AUTOSAR. (2021, 11 25). *Specification of Diagnostic Communication Manager*. Preluat de pe https://www.autosar.org/fileadmin/standards/classic/19-11/AUTOSAR_SWS_DiagnosticEventManager.pdf
16. AUTOSAR. (2022, 11 04). *Layered Software Architecture*. Preluat pe 01 03, 2023, de pe https://www.autosar.org/fileadmin/standards/classic/22-11/AUTOSAR_EXP_LayeredSoftwareArchitecture.pdf
17. Ayub, M., Rasheed, R., Ahmad, R., & Bashir, F. (2021). Infrastructural Investments and Economic Growth: Evidence from Pakistan. *Journal of Business and Social Review in Emerging Economies*, 7(3), 591-598. doi:10.26710/jbsee.v7i3.1845
18. Banica, C. F., & Belu, N. (2019). Application of 8d methodology - an effective problem solving tool in automotive industry. *University of Pitesti Scientific Bulletin - Automotive Series*, XXV(29), 1-7. doi:10.26825/bup.ar.2019.005
19. Batko, I. (2024). PROTECTION OF RIGHTS TO AN INDUSTRIAL DESIGN. *Visnyk of the Lviv University. Series Law*, 78, 108-115. doi:10.30970/vla.2024.78.108
20. Beraha, I., Đuričin, S., & Lazarević, M. (2023). The impact of clustering on competitiveness and business performance of smes: evidence from the serbian automotive industry. *SCIENCE International Journal*, 2(4), 147-152. doi:10.35120/sciencej0204147b
21. Beske, P., Koplin, J., & Seuring, S. (2006). The use of environmental and social standards by German first-tier suppliers of the Volkswagen AG. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 15(2), 63-75. doi:10.1002/csr.136
22. Bican, P. M., Guderian, C. C., & Ringbeck, A. K. (2017). Managing knowledge in open innovation processes: an intellectual property perspective. *Journal of Knowledge Management*, 21(6), 1384-1405. doi:10.1108/jkm-11-2016-0509
23. Bizmanualz. (2025). *What is the Purpose of a Process Map?* Preluat de pe bizmanualz: <https://www.bizmanualz.com/make-a-process-map/what-is-a-process-map.html>
24. Bogdan, R., Crișan-Vida, M., Barmayoun, D., Staicu, L. L., Puiu, R. V., Lup, M., & Marcu, M. (2021). Optimization of AUTOSAR Communication Stack in the Context of Advanced Driver Assistance Systems. *Sensors*, 21(13), 27. doi:10.3390/s21134561
25. **Bogorin-Predescu, A., & Țițu, A. M.** (2025, June). A specific approach about the process management in the automotive industry. *Annals – Series on Economy, Law and Sociology*, 8(1), 42-48. doi:10.56082/annalsarscieco.2025.1.42
26. **Bogorin-Predescu, A., & Țițu, A. M.** (2025). Total quality management in the knowledge-based organization: Managerial strategies oriented towards excellence. *Annals of the Academy of Romanian Scientists Series on Economy, Law and Sociology*, 20-26. doi:10.56082/annalsarscieco.2025.3.20

27. **Bogorin-Predescu, A.,** Țițu, A. M., & Oprean, C. (2023). Improving the quality of rapid prototyping processes of electronic control units by using a dedicated software platform. *ACTA TECHNICA NAPOCENSIS-Series: APPLIED MATHEMATICS, MECHANICS, and ENGINEERING*, 66(1S), 10.
28. **Bogorin-Predescu, A.,** Țițu, A. M., Niță, N. M., & Domnariu, V. L. (2022). Modeling of the automatic testing process of electronic control units in the automotive industry. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, 12, 145-155. doi:10.17683/ijomam/issue12.22
29. **Bogorin-Predescu, A.,** Țițu, A. M., Tertoreanu, P., Bâlc, D., & Gusan, V. (2024). IOT system for acquiring ambient data using a dedicated portable platform. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*(15), 15. doi:10.17683/ijomam/issue15.6
30. **Bogorin-Predescu, A.,** Țițu, A., & Pană, M. (2024). Flow management for software developers in the knowledge based organization from the automotive industry. *IJOMAM*, 18, 44-51. doi:10.17683/ijomam/issue18.5
31. **Bogorin-Predescu, A.,** Țițu, S., & Țițu, A. M. (2023). Product life cycle in automotive. In *New Technologies, Development and Application VI* (pg. 411-417). Springer Nature Switzerland. doi:10.1007/978-3-031-31066-9_45
32. **Bogorin-Predescu, A.,** Țițu, Ș., & Țițu, A. M. (2024). Data acquisition system for a hydroelectric turbine with deformable blades. *Archive of Metallurgy and Materials Review*, 69(4), 1649-1657. doi:10.24425/amm.2024.151437
33. **Bogorin-Predescu, A.,** Țițu, Ș., Țițu, A. M., & Nabiałek, M. (2025). Data acquisition system for a hydroelectric turbine located linearly on the course of flowing water. *Archive of Metallurgy and Materials Review*, 1207-1215. doi:10.24425/amm.2025.154469
34. **Bogorin-Predescu, A.,** Țițu, Ș., Țițu, A. M., Dragos, F. M., Dragomir, D. C., & Dragomir, M. (2025). Innovative Cost-Effective Embedded System to Enhance ECU Firmware Quality Through Remote Hybrid Testing in Automotive Domain. (MDPI, Ed.) *Applied Sciences*, 15(23). doi:10.3390/app152312736
35. Bondrea, I., Țițu, A., Oprean, C., Carabulea, I., Mărginean, I., Moldovan, A., & **Bogorin-Predescu, A.** (2021, 04 29). *România Brevet nr. 129280-B1*.
36. Borsese, A., McDowall, R. D., & Andrade, J. M. (2003). Communication: the essential factor when implementing management systems. *Accreditation and Quality Assurance*, 81(1), 2-12. doi:10.1007/s00769-002-0557-9
37. Bouncken, R. B., Fredrich, V., & Ritala, P. (2017). Coopetition in New Product Development Alliances: Advantages and Tensions for Incremental and Radical Innovation. *British Journal of Management*. doi:10.1111/1467-8551.12213
38. Bozola, P. M., Nunhes, T. V., Barbarosa, L., Machando, M. C., & Oliveira, O. J. (2022). Overcoming the challenges of moving from ISO/TS 16949 to IATF 16949: recommendations for implementing a quality management system in automotive companies. *Benchmarking an International Journal*, 30(9). doi:10.1108/bij-04-2022-0215
39. Bratianu, C. (2015). *Managementul cunostintelor. Concepte fundamentale*. București. doi:10.5682/9786062801991
40. Brătianu, C., & Bejinaru, R. (2019). Knowledge dynamics: a thermodynamics approach. (Kybernetes, Ed.) 49, 6-21. doi:10.1108/K-02-2019-0122
41. Brătianu, C., & Bejinaru, R. (2019). The Theory of Knowledge Fields: A Thermodynamics Approach. *Systems*, 7(2). doi:10.3390/systems7020020
42. Burgos, D. (2020). *Radical Solutions and Open Science: An Open Approach to Boost Higher Education*. Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-15-4276-3
43. Căpriță, H. V., & Selișteanu, D. (2022). Improvement of Automotive Sensors by Migrating AUTOSAR End-to-End Communication Protection Library into Hardware. *Elektronika Ir Elektrotehnika*, 28(5), 34-44. doi:10.5755/j02.eie.31154
44. Chang, C. L.-h., & Lin, T.-C. (2015). The role of organizational culture in the knowledge management process. *Journal of Knowledge Management*. doi:10.1108/JKM-08-2014-0353
45. Chen, G., Zhang, L., Arinez, J., & Biller, S. (2013). Energy-Efficient Production Systems Through Schedule-Based Operations. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 10(1), 27-37. doi:10.1109/tase.2012.2202226
46. Chen, Y., & Xu, Y. (2021). Influencing factors of knowledge enhancement of corporate universities in China. *Kybernetes*. doi:10.1108/k-03-2021-0218
47. Chesbrough, H. W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business Press.

48. Chiliban, B., Chiliban, M., & Ință, M. (2013). Advanced Product Quality Planning Reference Model in Automotive Industry. *Applied Mechanics and Materials*, 371, 802–806. doi:10.4028/www.scientific.net/amm.371.802
49. Cieślă, J., & Ulewicz, R. (2024). The Future of Automotive Quality Control: How Cloud-Based Reporting is Changing the Game. *Management Systems in Production Engineering*, 32(1). doi:10.2478/mspe-2024-0008
50. Cioca, L.-I., Ivașcu, L., Turi, A., Artene, A. E., & Găman, G. A. (2019). Sustainable Development Model for the Automotive Industry. *Sustainability*, 11(22), 22. doi:10.3390/su11226447
51. Comisia Europeană. (2024). *European Innovation Scoreboard 2024*. Publications Office of the European Union. doi:10.2777/779689
52. Cooper, A. L., Huscroft, J. R., Overstreet, R. E., & Hazen, B. T. (2016). Knowledge management for logistics service providers: the role of learning culture. *Industrial Management & Data Systems*. doi:10.1108/IMDS-06-2015-0262
53. Crosby, P. B. (1979). *Quality is free*. New York: McGraw-Hill.
54. Daft, R. L. (2020). Cengage Learning.
55. Dalkir, K. (2005). *Knowledge Management in Theory and Practice*. (Butterworth–Heinemann, Ed.) Elsevier.
56. David, P. A., & Foray, D. (2001). An Introduction to the Economy of the Knowledge Society. *International Social Science Journal*, 54(1). doi:10.1111/1468-2451.00355
57. Dawood, S., Mammona, Fahmeeda, & Aijaz, A. (2015, April). LEARNING ORGANIZATION–Conceptual and Theoretical Overview. *International Journal of Humanities Social Sciences and Education (IJHSSE)*, 2(4), 6.
58. De Carvalho, R. F., Potra, S., & Vels, S. (2022). Using six sigma to improve the quality rate of a display production line in the automotive industry. *Transactions on engineering and management*, 8(1&2), 65–71. doi:10.59168/AZVM7230
59. Deac-Șuteu, D. V., Țițu, A. M., & **Bogorin-Predescu, A.** (2023). Applicative scientific research on the possibility of improving service quality management in the service of local and regional interest. *The XXVII-th INTERNATIONAL CONFERENCE of INVENTICS "INVENTICA 2023. Science of creativity"*, 65–74. doi:10.2478/9788367405201-006
60. Denil, J., Meulenaere, P. D., Demeyer, S., & Vangheluwe, H. (2017). DEVS for AUTOSAR-based system deployment modeling and simulation. *Simulation*, 93(6), 489–513. doi:10.1177/0037549716684552
61. Dewa, M., & Makua, E. (2024). DEPLOYING BUILT-IN QUALITY TO REDUCE SCRAP IN AN AUTOMOTIVE COMPONENT MANUFACTURER. *The South African Journal of Industrial Engineering*, 35(1), 137–151. doi:10.7166/35-1-2967
62. *Dictionar explicativ al limbii romane*. (2022, 3 2). Preluat pe 03 02, 2022, de pe <https://dexonline.ro/definitie/standard>
63. Dinis-Carvalho, J. (2021). Continuous Improvement. *Concepts, Applications and Emerging Opportunities in Industrial Engineering*. doi:10.5772/intechopen.93638
64. Dmitrieva, E. (2023). Overview of Copyright as a Part of Intellectual Property Law in Russia and Abroad. *Herald of Omsk University. Series: Law*, 3, 51–60. doi:10.24147/1990-5173.2023.20(3).51-60
65. Donate, M. J., & Guadamillas, F. (2011). Organizational factors to support knowledge management and innovation. *Journal of Knowledge Management*.
66. Dongo, A. (2024). Evaluating knowledge management practices in a hospital pharmacy: A comprehensive investigation. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 27(1), 43–50. doi:10.30574/gscbps.2024.27.1.0112
67. Drucker, P. (1975). *The Practice Of Management*. Allied Publishers.
68. Durst, S. (2022). KNOWLEDGE RISK MANAGEMENT IN ORGANISATIONS: FINDINGS FROM LATIN AMERICA. *Un journal de asfae chile*, 11–19. doi:10.35692/07183992.15.1.3
69. Dyer, J., Gregersen, H., & Christensen, C. M. (2011). *The Innovator's DNA: Mastering the Five Skills of Disruptive Innovators*. Harvard Business Review Press.
70. El Dardery, O. I., Gomaa, I., Rayan, A. R., Frendy, F., El Khayat, G., & Sabry, S. (2023). Using Fuzzy TOPSIS and Balanced Scorecard for Kaizen Evaluation. *Business Systems Research Journal*, 112–130. doi:10.2478/bsrj-2023-0006
71. EPO. (2025). *Transport*. European Patent Office. Preluat de pe <https://www.epo.org/en/about-us/statistics/patent-index-2024/statistics-and-indicators/european-patent-applications/top-10-technical-fields/transport#>

72. Fakandu, A. M., & Yabagi, A. (2023). ICT as enabler for the adoption of knowledge management practices in selected north-west Nigeria federal university libraries. *Journal of ICT Development, Applications and Research*, 5(1), 35-44. doi:10.47524/jictdar.v5i1.36
73. Falch, M. (2022, 04). *UDS Explained - A Simple Intro (Unified Diagnostic Services)*. Preluat pe 01 04, 2023, de pe CSS Electronics: <https://www.csselectronics.com/pages/uds-protocol-tutorial-unified-diagnostic-services>
74. Fang, Z., Wu, F., Zhang, Y. G., Guo, Q., & Luo, D. (2010). Development of Diagnostic Communication Module on KWP 2000 According to AUTOSAR. *Advanced Materials Research*, 171-172, 462-467. doi:10.4028/www.scientific.net/amr.171-172.462
75. Fayol, H. (1916). *General and Industrial Management*. London: Pitman Publishing.
76. Ferraresi, A. A., Quandt, C. O., Santos, S. A., & Frega, J. R. (2012). Knowledge Management and Strategic Orientation: Leveraging Innovativeness and Performance. *Journal of Knowledge Management*. doi:10.1108/13673271211262754
77. Filatov, V. (2022). Automating the Assembly Process of Passenger Car Gearboxes. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 147-165. doi:10.9734/ajrcos/2022/v14i4299
78. Freund, U. (2008). Multit-level system integration based on AUTOSAR. *Proceedings of the 13th International Conference on Software Engineering - ICSE '08*. doi:10.1145/1368088.1368168
79. Gasper, L., & Mwenda, B. (2023). Quantitative analysis of Kaizen philosophy on productivity improvement. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 12(3), 557-562. doi:10.20525/ijrbs.v12i3.2455
80. Gati, S. A., & Khoirunurrofik, K. (2023). The Effect of Telecommunications Infrastructure on Inclusive Economic Growth in Indonesia 2011–2021. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*, 2(38). doi:10.31435/rsglobal_ijitss/30062023/8007
81. Gesell, C., Glas, A. H., & Essig, M. (2021). The impact of buyer–supplier communication on production ramp-up performance. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 37(5), 945–960. doi:10.1108/JBIM-06-2020-0284
82. Getchell, K., Dubinsky, J. M., & Lentz, P. (2023). A Critique of Transmission Communication Models in Introductory Management and Organizational Behavior Textbooks. *Journal of Management Education*, 47(5), 407-504. doi:10.1177/10525629231182156
83. Gillespie, D. J., & Schiffman, R. F. (2018). A Critique of the Shannon-Weaver Theory of Communication and Its Implications for Nursing. *Research and Theory for Nursing Practice*, 32(2), 216–225. doi:10.1891/1541-6577.32.2.216
84. Goicoechea, I., & Fenollera, M. (2012). Quality Management in the Automotive Industry. *DAAAM INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOOK*, 619-632.
85. Gonzalez, R. V., & Melo, T. M. (fără an). The effects of organization context on knowledge exploration and exploitation. *Journal of Business Research*, 90, 215-225. doi:10.1016/j.jbusres.2018.05.025
86. Gowda, K., & Thatkur, R. (2023). COMPREHENSIVE REVIEW ON ANALYZING THE NEED FOR ELECTRONIC COMPONENTS AND THEIR DEMAND INCREASE IN AUTOMOTIVES. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 5(4), 4998-5004. doi:10.56726/IRJMETS36746
87. Grobler-Dębska, K., Kucharska, E., & Baranowski, J. (2021). Formal Scheduling Method for Zero-Defect. *Research Square Platform LLC*. doi:10.21203/rs.3.rs-315238/v1
88. Gruszka, J., & Misztal, A. (2017). The new IATF 16949:2016 standard in the automotive supply chain. *Research in Logistics and Production*, 311-318. doi:10.21008/j.2083-4950.2017.7.4.3
89. Gruszka, J., & Misztal, A. (2017). The new IATF 16949:2016 standard in the automotive supply chain. *Research in Logistics and Production*, 7(4), 311-318. doi:10.21008/j.2083-4950.2017.7.4.3
90. Gumiel, J. Á., Mabe, J., Jiménez, J., & Barruetaña, J. (2022). Introducing the Electronic Knowledge Framework into the Traditional Automotive Suppliers' Industry: From Mechanical Engineering to Mechatronics. *Businesses*, 2(2), 279-289. doi:10.3390/businesses2020018
91. Gunasekera, V. S., & Chong, S.-C. (2018). Knowledge management for construction organisations: a research agenda. *Kybernetes*, 47(9), 1778-1800. doi:10.1108/K-10-2017-0378
92. Gusan, V., Țițu, A. M., **Bogorin-Predescu, A.**, Terteanu, P., Bâlc, D., & Pop, A. B. (2024). From industrial robots to collaborative robots: exploring the transformation in the collaborative work environment. *New Technologies, Development and Application VII*, 32-41. doi:10.1007/978-3-031-66268-3_3
93. Hamed, A., El-Kharashi, M. W., Salem, A., & Safar, M. (2022). Two-Layer Bus-Independent Instruction Set Architecture for Securing Long Protocol Data Units in Automotive Open System

- Architecture-Based Automotive Electronic Control Units. *Electronics*, 11(6), 28. doi:10.3390/electronics11060952
94. Hameed, A. M., Safar, M., El-Kharashi, M. W., & Salem, A. (2021). Bus-independent Instruction Set Architecture for Handling Long Protocol Data Units in AUTOSAR-based Automotive ECUs. *FISITA World Congress 2021 - Technical Programme*. doi:10.46720/f2020-ves-016
 95. Hassana, N., & Raziq, A. (2019). Effects of knowledge management practices on innovation in SMEs. *Growing Science*, 997-1008. doi:10.5267/j.msl.2019.4.005
 96. Haythornthwaite, C., & Kendall, L. (2010). Internet and Community. *American Behavioral Scientist*, 53(8), 1083–1094. doi:10.1177/0002764209356242
 97. Hodel, K. N., Reinaldo Da Silva, J., Yoshioka, L. R., Justo, J. F., & Santos, M. M. (2021). FAT-AES: Systematic Methodology of Functional Testing for Automotive Embedded Software. *IEEE Access*, 10, 74259-74279. doi:10.1109/ACCESS.2021.3128431
 98. Honey, P., & Mumford, A. (1992). *The manual of learning styles*. Peter Honey Publications.
 99. Hong, D., & Moon, C.-J. (2024). Autonomous Driving System Architecture with Integrated ROS2 and Adaptive AUTOSAR. *Electronics*, 13(7), 20. doi:10.3390/electronics13071303
 100. Hu, L., & Basiglio, A. (2023). A multiple-case study on the adoption of customer relationship management and big data analytics in the automotive industry. *The TQM Journal*, 36(9), 1-21. doi:10.1108/tqm-05-2023-0137
 101. Hussin, N., & Mokhtar, S. H. (2018). The Impacts of Knowledge Management Practices on Employees' Job Satisfaction. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 7(3), 338-351. doi:10.6007/IJARPED/v7-i3/4371
 102. Hwang, S. Y. (2023). A Study on the Intellectual Property Rights and Design Protection Laws. *The Korea Association for Corruption Studies*, 28(2), 63-83. doi:10.52663/kcsr.2023.28.2.63
 103. Ichijo, K., & Nonaka, I. (2007). *Knowledge Creation and Management: New Challenges for Managers*. Oxford University Press.
 104. Imansuri, F., Chayatunnufus, T., Safril, S., Sumasto, F., Purwojatmiko, H. B., & Salati, D. (2024). Reducing Defects Using DMAIC Methodology in an Automotive Industry. *Spektrum Industri*, 22(1), 1-13. doi:10.12928/si.v22i1.171
 105. Ingarao, G., Priarone, P. C., Di Lorenzo, R., & Settineri, L. (2020). Guidelines to compare additive and subtractive manufacturing approaches under the energy demand perspective. *International Journal of Sustainable Manufacturing*, 4(2/3/4), 266-280. doi:10.1504/IJSM.2020.107126
 106. Inkinen, H. (2016). Review of Empirical Research on Knowledge Management Practices and Firm Performance. *Journal of Knowledge Management*. doi:10.1108/JKM-09-2015-0336
 107. Ionescu, N., Ionescu, L. M., Rachieru, N., & Mazare, A. G. (2022). A MODEL FOR MONITORING OF THE 8D AND FMEA TOOLS INTERDEPENDENCE IN THE ERA OF INDUSTRY 4.0. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, XIV(3), 86-91. doi:10.54684/ijmmt.2022.14.3.86
 108. Iskandar, M. L., & Ariffin, A. S. (2019). Relationship between National Automotive Policy (NAP), innovation and automotive vendors' performance in Malaysia. *Management Science Letters*, 1181-1198. doi:10.5267/j.msl.2019.4.022
 109. Islamy, J. F., Yuniarsih, T., Ahman, E., & Kusnendi, K. (2020). Cross Level Analysis: The Role of Knowledge Management Mediates the Effect of Organizational Culture on Job Performance. *Jurnal Minds Manajemen Ide dan Inspirasi*. doi:10.24252/minds.v7i1.13991
 110. ISO. (1994). *ISO/IEC 7498-1:1994 Information technology — Open Systems Interconnection — Basic Reference Model: The Basic Model*. Preluat de pe ISO/IEC 7498: <https://www.iso.org/standard/20269.html>
 111. ISO. (2022, 05 05). *ISO 9000 FAMILY*. Preluat pe 05 03, 2022, de pe ISO 9001: <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>
 112. Ivaldi, S., Scaratti, G., & Fregnan, E. (2021). Dwelling within the fourth industrial revolution: organizational learning for new competences, processes and work cultures. *Journal of Workplace Learning*. *Journal of Workplace Learning*, 34(1), 1-26. doi:10.1108/jwl-07-2020-0127
 113. Johnson, D. M. (2002). Empirical study of second-tier automotive suppliers achieving QS-9000 Reference No. 718. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(8), 902-928. doi:10.1108/01443570210436208
 114. Jokanović, B., Zivlak, N., Okanović, A., Čulibrk, J., & Dudak, L. (2020). The Model of Knowledge Management Based on Organizational Climate. *Sustainability*. doi:10.3390/su12083273

115. Jones, B. A. (1999). *nowledge Capitalism: Business, Work, and Learning in the New Economy*. Oxford University Press.
116. Jones, G. R. (2013). *Organizational Theory, Design and Change* (ed. 7). Pearson.
117. Juran, J. M. (1988). Quality Control Handbook. In *Quality Control Handbook*. New York: McGraw-Hill.
118. Karabegović, I., Karabegović, E., Mahmić, M., & Husak, E. (2021). The Application of Industry 4.0 in Production Processes of the Automotive Industry. *Mobility and Vehicle Mechanics*, 47(2), 35-44. doi:10.24874/mvm.2021.47.02.03
119. Katz, J. E., Rice, R. E., Acord, S., Dasgupta, K., & David, K. (2004). Personal Mediated Communication and the Concept of Community in Theory and Practice. *Communication Yearbook*, 28(1), 315–371. doi:10.1080/23808985.2004.11679039
120. Katz, V. S., & Hampton, K. N. (2015). Communication in City and Community. *American Behavioral Scientist*, 60(1). doi:10.1177/0002764215601708
121. Kavalić, M., Nikolić, M., Radosav, D., & Stanisavljev, S. (2021). Influencing Factors on Knowledge Management for Organizational Sustainability. *Sustainability*. doi:10.3390/su13031497
122. Kawalla, C., Höck, M., & Ligarski, M. J. (2018). Supply Chain Quality Management of Magnesium Components: Concept, Examples and Recommendations. *Materials Science Forum*, 657-662. doi:10.4028/www.scientific.net/msf.941.657
123. Kawalla, C., Ligarski, M. J., & Höck, M. (2019). Supply Chain Quality Management of Automotive 2 Components. *Scientific Papers of Silesian University of Technology*, 69-83. doi:10.29119/1641-3466.2019.133.6
124. Khanam, S., Siddiqui, J., & Talib, F. (2013). Role of Information Technology in Total Quality Management: A Literature Review. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)*, 2(18), 2433-2445.
125. Kim, J., Bhatia, G., Rajkumar, R., & Jochim, M. (2011). An AUTOSAR-Compliant Automotive Platform for Meeting Reliability and Timing Constraints. *SAE Technical Paper Series*. doi:10.4271/2011-01-0448
126. Kluge, F., Yu, C.-L., Mische, J., Uhrig, S., & Ungerer, T. (2009). Implementing AUTOSAR scheduling and resource management on an embedded SMT processor. *Proceedings of Th 12th International Workshop on Software and Compilers for Embedded Systems*, 33-42. doi:10.1145/1543820.1543828
127. Knapp, F., & Šimon, M. (2023). Standardization of Project Management Practices of Automotive Industry Suppliers - Systematic Literature Review. *Tehnički glasnik*, 17(3), 432-439. doi:10.31803/tg-20230504094426
128. Kohn. (2020, 1 20). *What is an Organizational Knowledge Base and Why is it Useful?* (KMS Lighthouse) Preluat pe 9 1, 2024, de pe <https://www.kmslh.com/what-is-organizational-knowledge-base/>
129. Kolodyazhnaya, O. A., Kolodyazhnaya, A. A., Anisimov, Y. P., Selutin, E. V., Osipov, A. A., & Arakcheev, D. V. (2020). Development Model of the Intellectual Property Management System. *Proceedings of the Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management (RuDEcK 2020)*, 148, 300-305. doi:10.2991/aebmr.k.200730.056
130. Komatina, N., Tadić, D., Aleksić, A., & Banduka, N. (2021). The integrated PFMEA approach with interval type-2 fuzzy sets and FBWM: A case study in the automotive industry. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 1201-1212. doi:https://doi.org/10.1177/09544070211034799
131. Koontz, H., & O'Donnell, C. (1955). *Principles of Management: An Analysis of Managerial Functions*. McGraw-Hill.
132. Korkmaz, K. A., & Bahidrah, S. (2018). Implementation of Knowledge Management in Construction Projects. *Advancements in Civil Engineering & Technology*, 2(3), 192-198. doi:10.31031/ACET.2018.02.000539
133. Kouzes, J. M., & Posner, B. Z. (2017). *The Leadership Challenge: How to Make Extraordinary Things Happen in Organizations*. John Wiley & Sons.
134. Kryssanov, V. V., & Kakusho, K. (2005). From semiotics of hypermedia to physics of semiosis: A view from system theory. *Semiotica*. doi:10.1515/semi.2005.2005.154-1-4.11
135. Kumar, R. (2019). Kaizen a Tool for Continuous Quality Improvement in Indian Manufacturing Organization. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 4(2), 452-459. doi:10.33889/ijmems.2019.4.2-037

136. Kumar, R. (2020). Intellectual Property Rights in India: Legal analysis, Status and Strategies. *International Journal of Social Sciences*, 9(3), 141-150. doi:10.30954/2249-6637.03.2020.5
137. Labs, P. (2025, 07 14). *Your Gateway to Embedded Software Development Excellence*. Preluat de pe platformio: <https://platformio.org/>
138. Le, B. P., Lei, H., Le, T. T., Gong, J., & Ha, A. T. (2020). Developing a collaborative culture for radical and incremental innovation: the mediating roles of tacit and explicit knowledge sharing. *Chinese Management Studies*, 14(4), 957-975. doi:10.1108/CMS-04-2019-0151
139. Le, P. B., & Lei, H. (2019). Determinants of innovation capability: the roles of transformational leadership, knowledge sharing and perceived organizational support. *Journal of Knowledge Management*, 23(3), 557-547. doi:10.1108/JKM-09-2018-0568
140. Lee, K., Park, I., Sunwoo, M., & Lee, W. (2013). AUTOSAR-ready Light Software Architecture for Automotive Embedded Control Systems. *Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers*, 21(1), 68-77. doi:10.7467/ksae.2013.21.1.068
141. Lee, R. (2021). The Effect of Supply Chain Management Strategy on Operational and Financial Performance. *Sustainability*, 13(9). doi:10.3390/su13095138
142. Lee, S.-O., Hong, A., & Hwang, J. (2017). ICT diffusion as a determinant of human progress. *Information Technology for Development*, 23(4), 687–705. doi:10.1080/02681102.2017.1383874
143. Lei, H., Khamkhoutlavong, M., & Le, P. B. (2021). Fostering exploitative and exploratory innovation through HRM practices and knowledge management capability: the moderating effect of knowledge-centered culture. *Journal of Knowledge Management*, 25(8), 1926-1946. doi:10.1108/JKM-07-2020-0505
144. Lemghari, R., Okar, C., & Sarsri, D. (2018). Supply Chain Performance Measurement: A Case Study about Applicability of SCOR®Model in Automotive Industry Firm. *MATEC Web of Conferences*, 8. doi:10.1051/mateconf/201820000016
145. Li, C., Ashraf, F. S., Shahzad, F., Bashir, I., & Murad, M. (2020). Influence of Knowledge Management Practices on Entrepreneurial and Organizational Performance: A Mediated-Moderation Model. *Frontiers in Psychology*, 11. doi:10.3389/fpsyg.2020.577106
146. Li, C., Gong, J., Luo, J., & Qiu, Z. (2024). The Impact of Technology Convergence on the Sustainable Innovation of China's Modern Manufacturing Enterprises: The Mediating Role of the Knowledge Base. *Sustainability*, 16(13), 20. doi:10.3390/su16135307
147. Li, J., Wang, L., Liao, C., & Gou, J. (2014). Research on the Flexray communication protocol based on AUTOSAR and it's multi-node test. *IEEE Conference and Expo Transportation Electrification Asia-Pacific (ITEC Asia-Pacific)*, 1-4. doi:10.1109/itec-ap.2014.6940754
148. Liu, W., & Lu, S. (2023). Optimization of Automotive Wire Harness Production Process Based on Lean Manufacturing. *Proceedings of the 2nd International Conference on Engineering Management and Information Science, EMIS 2023*, 8. doi:10.4108/eai.24-2-2023.2330620
149. Liubertè, I. (2019). On Social Knowledge and Its Empirical Investigation in Contemporary Organisations. *Management of Organizations: Systematic Research*, 81(1), 21-37. doi:10.1515/mosr-2019-0002
150. Lourenco, P. R., Kaur, G., Allison, M., & Evetts, T. (2021). Data sharing and collaborations with Telco data during the COVID-19 pandemic: A Vodafone case study. *Data & Policy*, 3. doi:10.1017/dap.2021.26
151. Luciano, M. R., & Saldanha, R. (2023). Validation of Automotive Centrals using Hardware in the Loop - BCM and Lights. *STELLANTIS South America - Universidade Federal de Minas Gerais*, 1-14. doi:10.21203/rs.3.rs-2529771/v1
152. Lundvall, B. Å. (2016). *The Learning Economy and the Economics of Hope*. Anthem Press.
153. Luo, H., & Kianfar, K. (2022). Valid inequalities and facets for multi-module survivable network design problem. *Networks*, 81(2), 155-176. doi:10.1002/net.22122
154. Makua, E. S., & Dewa, M. (2023). Process Improvement through Built in quality in Automotive Component Manufacturers. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 23-35. doi:10.46254/af04.20230010
155. Manaba, N. A., & Aziz, N. A. (2019). Integrating knowledge management in sustainability risk management practices for company survival. *In Management Science Letters*, 585-594. doi:10.5267/j.msl.2019.1.004
156. Mandala, V., Surabhi, S. N., Kommisetty, P. D., Kuppala, B. M., & Ingole, R. (2024). Towards Carbon-Free Automotive Futures: Leveraging AI And ML For Sustainable Transformation. *Educational Administration Theory and Practices*. doi:10.53555/kuey.v30i5.3474

157. Maslak, M. (2023). Intellectual Property as a Competitive Resource of an Industrial Enterprise. *Bulletin of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (Economic Sciences)*, 1, 99-104. doi:10.20998/2519-4461.2023.1.99
158. Massaaki, I. (2013). *Gemba Kaizen - o abordare a strategiei de imbuntatire continua*. Editura Finmedia.
159. Mazur, M. (2019). Quality Assurance Processes in Series Production of Car Elements. *Conference Quality Production Improvement*, 1(1), 610-617. doi:10.2478/cqpi-2019-0082
160. Mazzocato, P., Stenfors, T., Schwarz, U., Hasson, H., & Nyström, M. (2016). Kaizen practice in healthcare: a qualitative analysis of hospital employees' suggestions for improvement. *BMJ Open*, 6(7). doi:10.1136/bmjopen-2016-012256
161. Menard, C., Goens, A., Lohstroh, M., & Castrillon, J. (2019). Achieving Determinism in Adaptive AUTOSAR. *Distributed, Parallel, and Cluster Computing*. doi:10.48550/arxiv.1912.01367
162. Microchip. (2008). *MCP4725 PICtail Plus Daughter Board User's Guide*. Preluat pe 12 12, 2024, de pe <https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/OTH/ProductDocuments/UserGuides/51722a.pdf>
163. MICROSOFT. (2025, 07 14). *Visual Studio Code*. Preluat de pe <https://code.visualstudio.com/>
164. Mintzberg, H. (1973). *The nature of managerial work*. New York: Harper & Row.
165. Moya, A., Bastida, L., Aguirrezabal, P., Pantano, M., & Abril-Jiménez, P. (2023). Augmented Reality for Supporting Workers in Human–Robot Collaboration. *Multimodal Technologies and Interaction*, 7(4), 1-15. doi:10.3390/mti7040040
166. Muhidin, A., Hufad, A., Sutarni, N., Islamy, F. J., Rasto, R., & Inayati, T. (2022). Knowledge Management And Job Performance in Higher Education: The Role Of Leadership and Organizational Culture. *Al-Ishlah Jurnal Pendidikan*. doi:10.35445/alishlah.v14i4.1765
167. Namiri, A. M., & Rahmat, H. (2022). Students' Virtual Learning Challenges and Learning Satisfaction During COVID-19 Pandemic: A Conceptual Framework. *Journal of Communication, Language and Culture*, 2(2), 34-44. doi:10.33093/jclc.2022.2.2.3
168. Neamțu, G., Țițu, A. M., Pop, A. B., & **Bogorin-Predescu, A.** (2024). Road Safety in The European Road Transport System and the Correlation with Sustainable Development. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1311, 8. doi:10.1088/1757-899x/1311/1/012047
169. Nguyen, T. N., Shen, C. H., & Le, B. P. (2022). Influence of transformational leadership and knowledge management on radical and incremental innovation: the moderating role of collaborative culture. *Kybernetes*, 51(7), 2240-2258. doi:10.1108/K-12-2020-0905
170. Nicolescu, O., & Nicolescu, L. (2005). *Economia, firma si managementul bazate pe cunoștințe*. (Economică, Ed.)
171. Nicolescu, O., Nicolescu, C., & Popa, I. (fără an). *Managementul întreprinderilor mici și mijlocii, suport de curs*.
172. Nicolescu, O., Plumb, I., Pricop, M., Vasilescu, I., & Verboncu, I. (2003). *Abordări moderne în Managementul și Economia Organizației* (Vol. 1). (Economică, Ed.)
173. Niekurzak, M., Lewicki, W., Çoban, H. H., & Bera, M. (2023). A Model to Reduce Machine Changeover Time and Improve Production Efficiency in an Automotive Manufacturing Organisation. *Sustainability*, 15(13). doi:10.3390/su151310558
174. Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press.
175. Okystar. (2024). *Product Model: OKY3015*. Preluat pe 12 12, 2024, de pe <https://www.okystar.com/product-item/5v-12v-24v-8-channel-relay-module-oky3015/#tab-id-2>
176. Olaru, M. (1999). *Managementul calității*. (Economică, Ed.) București.
177. Olaru, M. (2000). *Tehnici și instrumente utilizate în managementul calității*. (Economică, Ed.) București.
178. Ologbo, A. C., Nor, K. M., & Okyere-Kwakye, E. (2015). The Influence of Knowledge Sharing on Employee Innovation Capabilities. *International Journal of Human Resource Studies*, 5(3). doi:10.5296/ijhrs.v5i3.8210
179. Omel'yanyuk, G. G., Gulevskaya, V. V., & Savenko, A. S. (2019). Systematization of Intellectual Property Objects for Forensic Purposes. *Theory and Practice of Forensic Science*, 14(1), 6-12. doi:10.30764/1819-2785-2019-14-1-6-12
180. Oprean, C., & ș, a. (2000). *Managementul calității în administrația publică*. (CRFCAPL, Ed.) Sibiu.
181. Oprean, C., & ș, a. (2006). *Metode și tehnici ale cunoașterii științifice*. (E. U. Sibiu, Ed.) Sibiu.

182. Oprean, C., & Țițu, A. M. (2007). *Cercetarea experimentală și prelucrarea datelor. Partea a II-a.* (E. U. Sibiu, Ed.) Sibiu.
183. Oprean, C., & Țițu, A. M. (2008). *Managementul calității în economia și organizația bazate pe cunoștințe.* (AGIR, Ed.) București.
184. Oprean, C., & Țițu, A. M. (2023). *Politici și mecanisme instituționale în domeniul calității.* (E. U. Napoca, Ed.) Cluj-Napoca.
185. Oprean, C., Oprean, L., Țițu, A. M., Bondrea, I., Mărginean, I., Moldovan, A. M., & **Bogorin-Predescu, A.** (2020). *România Brevet nr. 128180-B1.*
186. Oprean, C., Țițu, A. M., & Bucur, V. (2011). *Managementul global al organizației bazată pe cunoștințe.* (AGIR, Ed.) București.
187. Oprean, C., Țițu, M., & Oprean, C. (2002). *Managementul strategic.* Sibiu.
188. Ostadi, B., Aghdasi, M., & Kazemzadeh, R. B. (2010). The impact of ISO/TS 16949 on automotive industries and created organizational capabilities from its implementation. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 3(3), 494-510. doi:10.3926/jiem.2010.v3n3.p494-511
189. Pakocs, R., & Lupulescu, N. B. (2017). Investigations regarding the lowering of specific intellectual property risks identified in the production process. *MATEC Web of Conferences*. doi:10.1051/mateconf/20179406014
190. Pană, M. M., Țițu, A. M., Tertoreanu, P., Moldoveanu, A. M., & **Bogorin-Predescu, A.** (2024). Can artificial intelligence still be considered a nonconventional technology in 2023? *Revista de Management și Inginerie Economică*, 23(1), 23-32. doi:10.71235/rmee.19
191. Papagalska, D. (2024). Knowledge Management and Intellectual Property in the Organization. *Strategies for Policy in Science and Education-Strategii Na Obrazovatelna I Nauchnata Politika*, 32(1s), 131-138. doi:10.53656/str2024-1s-10-kno
192. Park, J., & Choi, B. W. (2019). Design and Implementation Procedure for an Advanced Driver Assistance System Based on an Open Source AUTOSAR. *Electronics*, 8(1025), 18. doi:10.3390/electronics8091025
193. Patidar, S. (2018). Supply Chain Challenges for Indian Automotive Industries. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 6(6), 1735-1737. doi:10.22214/ijraset.2018.6255
194. Pattanasiri, S., & Chaikyakul, T. (2022). Causal Relationships Model for Total Quality Management, Supply Chain Management, and Organizational Performance: the Automotive and Automotive Parts Industries in the Eastern Economic Corridor (EEC), Thailand. *Asia Social Issues*, 16(1). doi:10.48048/asi.2023.254783
195. Pereira, N. L., Lunardi, G. M., Bento da Silva, J., & Nardi da Silva, I. (2022). Knowledge Management Practices Integrated to Teaching Methodologies: An integrative review. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 9(8), 153-164. doi:10.22161/ijaers.98.19
196. Pérez-Aróstegui, M. N., Bustinza-Sánchez, F., & Barrales-Molina, V. (2015). Exploring the relationship between information technology competence and quality management. *BRQ Business Research Quarterly*, 18(1), 4-17. doi:10.1016/j.brq.2013.11.003
197. Petkovic, M. (2008). *Organizaciono ponasanje.* Beograd: Centar za izdavacku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu.
198. Pham Thi, T. T., & Helfert, M. (2017). A review of quality frameworks in information systems. *arXiv*, 13. doi:10.48550/arXiv.1706.03030
199. PLC DEV. (2023, 01). *ASCII Chart*. Preluat pe 01 25, 2023, de pe PLC DEV Tools for PLC programming: http://www.plcdev.com/ascii_chart
200. Plinta, D., Golińska, E., & Dulina, L. (2021). Practical Application of the New Approach To FMEA Method according to AIAG and VDA Reference Manual. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 23(4), B325-B335. doi:10.26552/com.c.2021.4.b325-b335
201. Popa, I. (2005). *Management general.* (ASE, Ed.)
202. Popa, M. (2012). Methods and Techniques of Quality Management for ICT Audit Processes. 9. doi:10.48550/arXiv.1201.0395
203. Prashar, A., & Aggarwal, S. (2019). Modeling enablers of supply chain quality risk management: a grey-DEMATEL approach. *The TQM Journal*, 32(5), 1059-1076. doi:10.1108/TQM-05-2019-0132
204. Prashar, A., & Aggarwal, S. (2020). Modeling enablers of supply chain quality risk management: a grey-DEMATEL approach. *The TQM Journal*, 32(5), 1859-1876. doi:10.1108/TQM-05-2019-0132
205. Raiko, D., Cherepanova, V., Sylka, I., Podrez, O., & Fedorenko, I. (2021). Development of scientific and methodological approach to quantitative and qualitative assessment of intellectual property

- management in industrial enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(13(110)), 28-41. doi:10.15587/1729-4061.2021.230262
206. Raj, R., Beck, V., & Soliman, A. (2019). Utilization of Value-based Management in the Strategic Management of German Automotive Industry. *Sage Journals*, 20(4), 871-886. doi:10.1177/0972150919845236
 207. Rajashekharaiyah, J., & Deshpande, S. (2022). Enabling the Ambitious ZED Target Initiative of the Government of India Through CLAG Operations. *SEDME (Small Enterprises Development, Management & Extension Journal): A Worldwide Window on MSME Studies*, 50(1), 23-37. doi:10.1177/09708464221130909
 208. Ramírez, A. K., Pumisacho, V., Dávila, M. J., & Suárez-Barraza, M. (2018). Kaizen, a continuous improvement practice in organizations. *The TQM Journal*, 30(4), 255-268. doi:10.1108/tqm-07-2017-0085
 209. Ratnasari, A., Kahpi, S. H., & Wulandari, S. S. (2023). The Role of Knowledge Management: Organizational Culture and Leadership in Shaping Competitive Advantage. *Journal of Economics, Finance and Management Studies*. doi:10.47191/jefms/v6-i7-46
 210. Ruffo, M., Tuck, C., & Hague, R. (2006). Cost estimation for rapid manufacturing - laser sintering production for low to medium volumes. *Journal of Engineering Manufacture*, 220(9), 1417-1427. doi:10.1243/09544054JEM517
 211. Sandmann, G., & Thompson, R. (2008). Development of AUTOSAR Software Components within Model-Based Design. *SAE Technical Paper Series*, 7. doi:10.4271/2008-01-0383
 212. Santiago, F., Machado, C. J., Imbasciati, H., & Costa, S. (2024). Development and Simulation of an AUTOSAR Software Component for Functional Safety according to ISO 26262 Fault Detection and Safety Mechanisms. *SAE Technical Paper Series*, 1. doi:10.4271/2024-36-0132
 213. Sapta, K. S., Sudja, N., Landra, N., & Rustiarini, N. W. (2021). Sustainability Performance of Organization: Mediating Role of Knowledge Management. *Economies*. doi:doi.org/10.3390/economies9030097
 214. Sari, Y., Santoso, A., & Pangestu, N. A. (2023). The Adoption of the Response Surface Methodology within the DMAIC Process to Achieve Optimal Solutions in Reducing Product Defect. *Atlantis Highlights in Engineering*, 132-145. doi:10.2991/978-94-6463-288-0_13
 215. Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Portfolio.
 216. Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. New York: Doubleday.
 217. Seňová, A., Štofová, L., Szaryszová, P., & Dugas, J. (2021). Superstructure of ISO/TS 16949 for the Measurement of Material-Technological Parameters of the Products in Automotive Production. *Management Systems in Production Engineering*, 29(3). doi:10.2478/mspe-2021-0022
 218. Setiawan, I., & Setiawan, S. (2020). Defect reduction of roof panel part in the export delivery process using the DMAIC method: a case study. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 4(2), 108-116. doi:10.30656/jsmi.v4i2.2775
 219. Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *A Mathematical Theory of Communication*. Urbana: THE UNIVERSITY OF ILLINOIS PRESS.
 220. Shenkoya, T., & Kim, E. (2023). Sustainability in Higher Education: Digital Transformation of the Fourth Industrial Revolution and Its Impact on Open Knowledge. *Sustainability*, 15(3), 1-16. doi:10.3390/su15032473
 221. Shojaei, G. M., & Shojaeiává, P. (2022). Kaizen and employee performance: A path analysis. *Journal of Administrative and Business Studies*, 8(2), 27-34. doi:10.20474/jabs-8.2.4
 222. Shvetsova, O. A., Tanubamrungsuk, P., & Lee, S. (2021). Organization Leadership in the Automobile Industry: Knowledge Management and Intellectual Capital. *The Open Transportation Journal*, 15(1), 16-30. doi:10.2174/1874447802115010016
 223. Silva, S. R., Barbosa de Alencar, D., Costa, T. A., & Sanches, E. A. (2019). Kaizen Philosophy Application as Production Standardization and Process Optimization. *International Journal for Innovation Education and Research*, 7(11), 808-816. doi:10.31686/ijer.vol7.iss11.1936
 224. Silvianita, A., & Ling, T. C. (2020). Role Impact in Knowledge Management of Automotive Component Firms in Indonesia. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 79-82. doi:10.2991/aebmr.k.200514.018
 225. Situmorang, H. N., Purba, S., & Situmorang, M. (2020). Learning Innovations During the Pandemic COVID-19 for Teaching of Automotive Industrial Management. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 488, 261-267. doi:10.2991/assehr.k.201124.055

226. Sloeber. (2025, 07 14). *Where Arduino meets Eclipse*. Preluat de pe <http://eclipse.baeyens.it/index.shtml>
227. Smith, J. Y. (1986). Communication Quality in Information Systems Development: The Effect of Computer-Mediated Communication on Task-Oriented Problem Solving. *dissertation*. Denton, Texas. Preluat pe 05 25, 2025, de pe <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc331600/>
228. Soltanali, H., Garmabaki, A. H., Thaduri, A., Parida, A., Kumar, U., & Rohani, A. (2018). Sustainable production process: An application of reliability, availability, and maintainability methodologies in automotive manufacturing. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, 233(4), 682-697. doi:10.1177/1748006x18818266
229. Stan, N. M., **Bogorin-Predescu, A.**, & Țițu, A. (2024). Market Trends in 2024 in the IT Project Management Industry. *Journal of Research and Innovation for Sustainable Society*, 6(2), 26-33. doi:10.33727/JRISS.2024.2.3:26-33
230. Stawiarska, E., Szwajca, D., Matusek, M., & Wolniak, R. (2021). Diagnosis of the Maturity Level of Implementing Industry 4.0 Solutions in Selected Functional Areas of Management of Automotive Companies in Poland. *Sustainability*(13(9)). doi:<https://doi.org/10.3390/su13094867>
231. Stepien, M. (2023). Knowledge Management in the Implementation of the Company's Business Strategy. *Proceedings of the 24th European Conference on Knowledge Management*, 24(2), 1263-1270. doi:10.34190/eckm.24.2.1343
232. Steuperaert, D., Poels, G., & Devos, J. (2024). A Reference Model for Information Quality in an IT Governance Context. *arXiv*, 69. doi:10.48550/arXiv.2405.04558
233. Strambach, S., & Dieterich, I. (2011). The territorial shaping of knowledge dynamics in Baden-Württemberg - Inter-organizational relations in the sectoral knowledge domain of the automotive industry. *Working Papers on Innovation and Space*, 27.
234. Succar, A. S., Brissaud, D., Evrard, D., Flick, D., & Fontaine, D. (2023). Decarbonization Measure: A Concept towards the Acceleration of the Automotive Plant Decarbonization. *System*, 11(7). doi:10.3390/systems11070335
235. Suciu, O., & Oprean, C. (2007). *Calitatea globală concurențială*. (AGIR, Ed.) București.
236. Sudibyo, N. A., Farida, A., & Kurdhi, N. A. (2024). Comparative Analysis of Manufacturer vs. Retailer Refurbishing Models: Profitability, Production Efficiency, and Strategic Implications. *Jurnal Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 5(3), 1637-1655. doi:10.46306/lb.v5i3.744
237. Sumasto, F., Maharani, C. P., Purwojatmiko, B. H., Imansuri, F., & Aisyah, S. (2023). PDCA Method Implementation to Reduce the Potential Product Defects in the Automotive Components Industry. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(2), 87-98. doi:10.22441/ijiem.v4i2.19527
238. Supermane, S., & Tahir, L. M. (2018). An overview of knowledge management practice among teachers. *Global Knowledge, Memory and Communication*, 67(8/9), 616-631. doi:10.1108/GKMC-08-2017-0065
239. Surjandy, Meyliana, Warnars, H. L., & Abdurachman, E. (2020). A Proposed Supply Chain Model of Blockchain Technology-Based in Automotive Component Industry. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(5), 3310-3314. doi:10.35940/ijrte.E6440.018520
240. Sutrisno, B., Rimawan, E., & Sitorus, T. M. (2022). A Systematic Review of Kaizen Approach in Industries. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 3(2), 103-115. doi:10.22441/ijiem.v3i2.14131
241. Süzeroğlu-Melchior, S., Gassmann, O., & Palmié, M. (2017). Friend or foe? The effects of patent attorney use on filing strategy vis-a-vis the effects of firm experience. *Management Decision*, 55(6), 1122-1142. doi:10.1108/md-01-2016-0047
242. Swarnakar, V., & Vinodh, S. (2016). Deploying Lean Six Sigma framework in an automotive component manufacturing organization. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(3), 267-293. doi:10.1108/ijlss-06-2015-0023
243. Szécsi, G. (2012). Mediated Communities in the Age of Electronic Communication. *KOME*, 1(1), 46-53. doi:10.17646/kome.2012.15
244. Taghizadeh, G., & Ghavidast, N. (2019). Identifying and Prioritizing the Barriers of Implementation of Knowledge Management in Industrial Units and Providing Solutions to Eliminate them (Case Study: ParsianFanavar Group). *International Journal of Engineering and Technology*, 11(4), 1002-1018. doi:10.21817/ijet/2019/v11i4/191104082
245. Taylor, F. W. (1911). *The Principles of Scientific Management*. Harper.

246. Teplická, K., Khouri, S., Mudarri, T., & Freňáková, M. (2023). Improving the Quality of Automotive Components through the Effective Management of Complaints in Industry 4.0. *Applied sciences*, 13(14). doi:<https://doi.org/10.3390/app13148402>
247. Tertoreanu, P., Țițu, A. M., **Bogorin-Predescu, A.**, Gusan, V., Bâlc, D., & Pop, A. B. (2024). Integrated IT systems for the management of activities related to border control at the Schengen Space. *New Technologies, Development and Application VII*, 98-107. doi:10.1007/978-3-031-66271-3_11
248. Texas Instruments. (2016). *INA260 Precision Digital Current and Power Monitor With Low-Drift, Precision Integrated Shunt*. Preluat pe 12 12, 2024, de pe https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina260.pdf?ts=1735906791794&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F
249. Than, S. T., Nguyen, C. H., Tran, T. Q., & Le, P. B. (2019). Building Competitive Advantage for Vietnamese Firms: The Roles of Knowledge Sharing and Innovation. *International Journal of Business Administration*, 10(4), 1. doi:10.5430/ijba.v10n4p1
250. Țițu A. M., **Bogorin-Predescu A.**, Bogorin-Predescu O., & Țițu Ș. (2023). Contributions to the design and implementation of an advanced electronic system for controlling the elongation of the vertebral column. *ACTA TECHNICA NAPOCENSIS*, 66(II), 235-244. Preluat de pe <https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/2295>
251. Țițu, A. M. (2007). *Managementul calității în organizațiile industriale moderne, Teză de doctorat* 2. Sibiu: Universitatea Lucian Blaga din Sibiu.
252. Țițu, A. M. (2021). *Inventică, inovare organizațională și transfer tehnologic, Curs universitar*. București: AGIR.
253. Țițu, A. M., & **Bogorin-Predescu, A.** (2022). Contributions to the modeling of manufacturing processes for the implementation of the kanban methodology in the automotive industry. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, 94-98. doi:10.17683/ijomam/issue12.14
254. Țițu, A. M., & **Bogorin-Predescu, A.** (2023). Modeling of the communication process between two microcontrollers in order to optimize the execution of specific tasks. *International Conference on reliable systems engineering*. 762, pg. 490-503. Bucharest: Springer Nature Switzerland. doi:10.1007/978-3-031-40628-7_40
255. Țițu, A. M., & **Bogorin-Predescu, A.** (2023). Modelling the interwoven parallel testing process in the automotive industry. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, 3, 128-135. doi:10.17683/ijomam/issue13.16
256. Țițu, A. M., & **Bogorin-Predescu, A.** (2024). Communication management for the acquisition of data between the pc and a device called the hydroelectric turbine deployed linearly on the course of flowing water. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, 17, 166-177. doi:10.17683/ijomam/issue17.19
257. Țițu, A. M., & Oprean, C. (2006). *Cercetarea experimentală și prelucrarea datelor. Partea I.* (E. U. Sibiu, Ed.) Sibiu.
258. Țițu, A. M., & Oprean, C. (2007). *Managementul calității*. Pitești.
259. Țițu, A. M., & Oprean, C. (2007). *Managementul strategic*. (E. U. Pitești, Ed.) Pitești.
260. Țițu, A. M., & Oprean, C. (2015). *Management of intangible assets in the context of knowledge based economy*. (L. Lambert, Ed.) Germany.
261. Țițu, A. M., Bâlc, D., Bâlc, E., & Oprean, C. (2024). Leveraging Mechatronic Systems for Organizational Management: A Knowledge Management Approach in the Automotive Industry. *Management of Sustainable Development*, 16(2), 72-81. doi:10.54989/msd-2024-0016
262. Țițu, A. M., Bâlc, D., **Bogorin-Predescu, A.**, & Bâlc, E. (2024). The contribution of a mechatronic system for withdrawal and arrangement of microphone cables in the context of audio system optimization. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 1129, 260-272. doi:10.1007/978-3-031-70670-7_23
263. Țițu, A. M., Bâlc, D., Gusan, V., **Bogorin-Predescu, A.**, Tertoreanu, P., & Stanciu, A. (2024). Autonomous mobile platform with Uv ray disinfection system, a modular and affordable solution for virus elimination. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, 15, 146-157. doi:10.17683/ijomam/issue15.17
264. Țițu, A. M., Covaci, C.-A., & **Bogorin-Predescu, A.** (2025). The evolution of product quality in the automotive sector: the interdependence between raw material quality, finished products, and supplier performance. În I. Karabegović, A. Kovačević, & S. Mandžuka (Ed.), *New Technologies, Development and Application VIII. NT2025. 1482*, pg. 27-38. Sarajevo: Springer Nature Switzerland. doi:10.1007/978-3-031-95194-7_3

265. Țițu, A. M., Deac Șuteu, D. V., Dragomir, M., & **Bogorin-Predescu, A.** (2026). Contributions to reducing the carbon footprint in the context of the delivery of public services of local and regional interest through electronic interoperability of service providers. (Springer, Ed.) *Eco-Production: Circular economy*.
266. Țițu, A. M., Gusan, V., & **Bogorin-Predescu, A.** (2023). Enhancing collaborative robot communication with electrical discharge machine through modbus TCP integration: a feasibility and application study. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, 14, 27-34. doi:0.17683/ijomam/issue14.4
267. Țițu, A. M., Mărginean, I., Țițu, Ș., Bogorin-Predescu, O. M., **Bogorin-Predescu, A.**, Moldovan, A. M., & Oprean, C. (2023). *România Brevet nr. 137487-A0*.
268. Țițu, A. M., Mărginean, I., Țițu, Ș., Bogorin-Predescu, O. M., **Bogorin-Predescu, A.**, Moldovan, A. M., & Oprean, C. (2025). *România Brevet nr. 139012-A0*.
269. Țițu, A. M., Moldovan, A. M., **Bogorin-Predescu, A.**, Țițu, Ș., Bogorin-Predescu, O. M., Oprean, C., & Mărginean, I. (2022). *România Brevet nr. 133869-B1*.
270. Țițu, A. M., Oprean, C., & Boroiu, A. (2011). *Cercetarea experimentală aplicată în creșterea calității produselor și serviciilor*. (AGIR, Ed.) București.
271. Țițu, A. M., Oprean, C., & Tomuță, I. (2007). *Cercetarea experimentală și prelucrarea datelor. Studii de caz*. (E. U. Sibiu, Ed.) Sibiu.
272. Țițu, A. M., Oprean, C., Bondrea, I., Carabulea, I., Mărginean, I., Moldovan, A. M., & **Bogorin-Predescu, A.** (2013). *Brevet nr. 129463-B1*.
273. Țițu, A. M., Oprean, C., Bondrea, I., Carabulea, I., Mărginean, I., Moldovan, A. M., . . . Iuonaș, I. (2022, 04 29). *Romania Brevet nr. 129293-B1*.
274. Țițu, A. M., Oprean, C., Bondrea, I., Mărginean, I., & **Bogorin-Predescu, A.** (2018). *România Brevet nr. 128224-B1*.
275. Țițu, A. M., Oprean, C., Bondrea, I., Mărginean, I., Țițu, Ș., Moldovan, A. M., & **Bogorin-Predescu, A.** (2022). *România Brevet nr. 130763-B1*.
276. Țițu, A. M., Oprean, C., Mărginean, I., Moldovan, A. M., & **Bogorin-Predescu, A.** (2017). *România Brevet nr. 127219-B1*.
277. Țițu, A. M., Oprean, C., Mărginean, I., Moldovan, A. M., **Bogorin-Predescu, A.**, & Țițu, Ș. (2021). *România Brevet nr. 131963-B1*.
278. Ülengin, F., Ekici, Ş. Ö., Aktaş, E., Kabak, Ö., & Özyayın, Ö. (2014). A decision support methodology to enhance the competitiveness of the Turkish automotive industry. *European Journal of Operational Research*, 234(3), 789-801. doi:10.1016/j.ejor.2013.09.044
279. Valiyan, H., Abdoli, M., Jahromi, A. K., Zamanianfar, L., & Gholizadeh, P. (2023). Analysis of the integrating sustainable value creation process: evidence from Iran's automotive industry. *The TQM Journal*, 35(7), 1632-1657. doi:10.1108/TQM-11-2021-0323
280. Varzhapetyan, A. G., Semenova, E. G., Solnitsev, R. I., Fomina, A. V., & Balashov, B. (2018). Knowledge base in system of value-oriented management of innovative projects. *Proceedings of the International Conference "Economy in the Modern World" (ICMW 2018)*. doi:https://doi.org/10.2991/icmw-18.2018.45
281. vector. (2025). *Introduction to CAN*. Preluat pe 05 30, 2025, de pe Vector E-Learning: <https://elearning.vector.com/mod/page/view.php?id=363>
282. Velkoska, C., & Tomov, M. (2023). Understanding and application of quality costs in automotive manufacturing companies in North Macedonia: empirical study. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 40(6), 1463-1484. doi:10.1108/IJQRM-01-2022-0032
283. Verboncu, I., Popa, I., & Ștefan, S. C. (2020). *Diagnosticarea organizatiei*. (E. P. Universitaria, Ed.)
284. Vest, E. (2018). *Design Considerations Which Can Simplify Manufacturing (U)*. doi:10.2172/1489928
285. Visconti, P., Giannoccaro, N. I., & de Fazio, R. (2021). Special Issue on Electronic Systems and Energy Harvesting Methods for Automation, Mechatronics and Automotive. *Energies*, 14(23), 1-5. doi:10.3390/en14238050
286. von Krogh, G., Ichijo, K., & Nonaka, I. (2000). *Enabling Knowledge Creation: How to Unlock the Mystery of Tacit Knowledge and Release the Power of Innovation*. Oxford University Press.
287. VOSviewer. (2025, 07 31). *VOSviewer Visualizing scientific landscape*. Preluat de pe <https://www.vosviewer.com/>: <https://www.vosviewer.com/>
288. WIPO. (2021). *Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis*. Preluat de pe https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf

289. Wohlrab, R., Pelliccione, P., Knauss, E., & Larsson, M. (2019). Boundary objects and their use in agile systems engineering. *Journal of Software Evolution and Process*, 31(5). doi:10.1002/smr.2166
290. World Bank. (2020). *Trading for Development in the Age of Global Value Chains*. Washington, DC: World Development Report 2020. Preuat de pe <https://hdl.handle.net/10986/32437>
291. Wu, X. Q., Li, L. L., & Chen, H. J. (2013). Realization of can based on automotive open system architecture. *Applied Mechanics and Materials*, 347-350, 1625-1629. doi:10.4028/www.scientific.net/amm.347-350.1625
292. Xu, J., Liu, F., & Xie, J. (2022). Is Too Much a Good Thing? The Non-Linear Relationship Between Intellectual Capital and Financial Competitiveness in the Chinese Automotive Industry. *Journal of Business Economics and Management*, 23(4), 773-796. doi:10.3846/jbem.2022.16406
293. Xu, Y., Zhang, X., Wang, J., & Zeng, B. (2021). Systematic Development of Knowledge Management in State-owned Enterprises. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 571, 811-814. doi:10.2991/assehr.k.210806.154
294. Yadav, N., Mathiyazhagan, K., Saikouk, T., Goswami, S., & Görçün, F. Ö. (2022). Framework for zero-defect manufacturing in Indian industries – Voice of the customer. *Benchmarking: An International Journal*, 30(7), 2303-2329. doi:10.1108/bij-01-2022-0001
295. Yahya, S., & Goh, W.-K. (2002). Managing human resources toward achieving knowledge management. *Journal of knowledge management*.
296. Yang, X. (2024). Framework of Electric Vehicle Fault Diagnosis System Based on Diagnostic Communication. *International Journal of Engineering*, 37(6), 1194-1207. doi:10.5829/ije.2024.37.06c.16
297. Yu, H., Zhang, Y., & Ahmad, N. (2024). Modeling Challenges in Low-Carbon Manufacturing Adoption Using the ISM-MICMAC Approach: A Case of Green Tech Projects of the Chinese Automotive Industry. *Processes*, 12(4), 22. doi:10.3390/pr12040749
298. Yusof, N. M., Hamat, Z., Marzuki@Yahaya, N., Awang, N., & Drani, W. S. (2020). The Influence of Knowledge Management on Leadership Methods in Islamic Institution: A Conceptual Review. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10(10), 859-864. doi:10.6007/IJARBS/v10-i10/8017
299. Zheng, W., Yang, B., & McLean, G. N. (2010). Linking organizational culture, structure, strategy, and organizational effectiveness: Mediating role of knowledge management. *Journal of Business Research*. doi:10.1016/j.jbusres.2009.06.005

...

ANEXE

...