

FABRICAȚIA FLEXIBILĂ: UN RĂSPUNS AL CIVILIZAȚIEI LA DIVERSIFICARE

FLEXIBLE MANUFACTURING: A RESPONSE OF CIVILIZATION TO DIVERSIFICATION

Prof.dr.ing, ec. Ioan ABRUDAN
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Se discută mult despre tehnologie în perioada actuală și, cu siguranță, tehnologia este un vector important al civilizației care oferă imaginea emblematică a epocii pe care o traversăm.

Lucian Blaga scria, în 1919, poezia "Trei fețe" în care se conjugau prin vârstele omului trei concepte (trei fețe): jocul, dragostea și înțelepciunea. Iată această poezie de șase versuri: Copilul râde:/ "Înțelepciunea și iubirea mea e jocul!" / Tânărul cântă: / "Jocul și înțelepciunea mea-i iubirea" / Bătrânul tace: / "Iubirea și jocul meu e-nțelepciunea".

S-ar putea conjuga prin vârstele omenirii, într-o parafrază după Lucian Blaga, trei concepte ale spiritualității umane: arta, cultura și tehnologia. În metrica poeziei lui Blaga, cred că se poate afirma că tehnologia și cultura antichității a fost arta, arta și tehnologia evului mediu a fost cultura iar, cultura și arta epocii noastre este tehnologia. Este vorba, aici, de definițiile comune ale artei și culturii.

În 2001 ambasadorul Braziliei în România, dl. Jeronimo Moscardo (de formație profesională umanistă) afirma într-o publicație că "tehnologia este o ideologie fără cuvinte". Într-adevăr, tehnologia reprezintă ideologia dezvoltării și, îmi amintesc, că în raportul despre starea națiunii pe anul 2006, președintele american de atunci, G. Bush, era îngrijorat că SUA scot doar 70 000 de absolvenți în

Technology is widely discussed in the current period and, certainly, technology is an important vector of civilization providing an emblematic image of our era.

Lucian Blaga wrote in 1919 the poem "Three faces" which combined within three ages the respective concepts (three faces): play, love and wisdom. Here's the poem of six verses: "The child laughs: / My wisdom and my love is play / The youth sings: / My play and my wisdom is love / The old man is silent: / My love and my play is wisdom."

One could conjugate the ages of mankind in a paraphrase of Lucian Blaga, three concepts of human spirituality: art, culture and technology. In Blaga's poetry metric, I think it can be said that the technology and culture of Antiquity was art, the art and technology of the Middle Ages was culture, and the culture and art of our time is technology. It's about the common definitions of art and culture.

In 2001, the Brazilian Ambassador to Romania, Mr. Jeronimo Moscardo (a humanist of professional training) said in a publication that "technology is an ideology without words". Indeed, technology is the ideology of development and, as I remember, within the report on nation-state in 2006, the U.S. President who was then G. Bush was worried that the U.S. put out only 70,000 engineering graduates a year while

inginerie pe an în timp ce în India, la acel moment, ieșeau 300 000 de ingineri iar în China 500 000. În România "producția" anuală de ingineri este de cca. 20 000. Proporțional cu populația țării suntem campioni (!?). Iată ceva ce știm să facem destul de bine!

În opinia mea, cea mai caracteristică trăsătură a lumii în care trăim este diversitatea care pornește de la "actorul" său principal: omul. Oamenii sunt diferiți între ei și, diferențele încep din zona biologicului prin "aranjamentul" diferit al cromozomilor în genomul uman și se termină în aspectele spirituale.

Dinspre om diversitatea se propagă, ca un "țunami" către toate aspectele activității sociale. Globalizarea, în mod oarecum paradoxal, favorizează această propagare pentru că, în conformitate cu o definiție formulată de Programul Națiunilor Unite pentru Dezvoltare în anul 2000, globalizarea presupune trei aspecte (Revista "Lumea" nr. 1/2000):

1. Comprimarea spațiului: viețile, munca, veniturile și sănătatea oamenilor au început să fie afectate de evenimente care se produc în cealaltă parte a globului.

2. Comprimarea timpului: piețele și tehnologiile se schimbă cu o viteză fără precedent, acționând la distanță în timp real și cu impact asupra vieții unor oameni, aflați la mare depărtare.

3. Dispariția frontierelor: frontierele naționale se prăbușesc nu numai în fața comerțului, a capitalului și informației, dar și din calea circulației ideilor, normelor, culturilor și valorilor.

Se apreciază că evoluția, în lumea vie, înseamnă o deplasare a omogenității către eterogenitate. Eterogenitatea umană, de exemplu, semnifică diferențiere: de aspect exterior, de limbă, de cultură, de interese, de statut social, de viziune, de gust, de spiritualitate ș.a. Se spune, că fiecare om este un univers, dar, în același timp, se apreciază că toți se asociază la „eternul uman” care este un numitor comun al tuturor oamenilor. Globalizarea accentuează acest „numitor comun”, dar, conform principiului al doilea al mecanicii, la fiecare acțiune se naște o reacțiune de sens contrar care, în cazul de față, cultivă diferențierea și stimulează conservarea caracteristicilor identitare.

Pe de altă parte, epoca actuală este definită ca o civilizație a produselor. Pe acest fundal, este ușor de înțeles că oamenii, acționând instinctual în sensul

India at that time, put out 300,000 engineers and China 500,000. In Romania annual "production" is about. 20 000 engineers. In proportion to the population of our countries we are indeed champions (!?). Here's something we do quite well!

In my opinion, the most characteristic feature of our world is diversity related to the principal "actor" which is man. People are different among themselves and the differences begin in biology through the "arrangement" of different chromosomes in the human genome and persist within the spiritual aspects.

Man spreads diversity, as in a "tsunami", to all aspects of social activity. Globalization, in a somewhat paradoxical way, favors this extension, since according to a definition formulated by the United Nations Development Programme, in 2000, globalization involves three aspects ("World" Magazine no. 1 / 2000):

1. Space compression: the lives, the work, the income and the health of people began to be affected by events occurring in another part of the globe.

2. Time compression: markets and technology change with unprecedented speed, acting remotely in real time and with impact on the lives of people, even if they are at great distance.

3. The fading of borders: national borders collapse not only as far as trade, capital and information are concerned, but also related to the circulation of ideas, norms, cultures and values.

It is expected that the evolution in the living world means a shift from homogeneity to heterogeneity. Human heterogeneity, for example, implies differentiation: of appearance, language, culture, interests, social status, vision, taste, spirituality, etc. They say that every man is a universe, but at the same time, it is assessed that everyone associates with the "eternal human" which is a common denominator of all people. Globalization stresses the "common denominator", but according to the second principle of mechanics, every action releases an opposite reaction, in our case, increases differentiation and promotes the preservation of identity.

Moreover, the current era is defined as a civilization of products. Against this background, it is understandable that people, acting instinctively according to the "law of differentiation", want more

„legii diferențierii”, doresc tot mai mult produse diferite, compatibile cu personalitatea fiecăruia, care să le confere chiar o identitate distinctă față de ceilalți. Așa a apărut diversificarea produselor, ca răspuns la această tendință și, în ultimă instanță, ca manifestare a evoluției. Atomizarea preferințelor duce, în sectorul producției, la reducerea seriilor de fabricație și, pe această cale, la micșorarea productivității fabricației. Dar, produse diferite, semnificative sisteme de fabricație cu capacități diferite iar, capacități diferite, înseamnă complexitate, adică costuri mari și productivitate mică. Cu alte cuvinte, avantajul tradițional pe care-l aduceau seriile mari de fabricație a dispărut. Evoluția, în fabricație, însă, este reflectată, printre altele, de creșterea productivității muncii. Apare, deci, o contradicție între reducerea seriilor de fabricație și necesitatea creșterii productivității muncii, amândouă fiind, deopotrivă, manifestări ale evoluției. Ca și în filozofia lui Hegel, a apărut conflictul între teză și antiteză. Soluționarea conflictului, sinteza, o oferă fabricația flexibilă. Adică, o fabricație, în care sistemul de producție se metamorfozează, rapid și economic, pentru a face față schimbărilor procesului de fabricație și, în primul rând, schimbării tipologiei produselor. Dacă adaptabilitatea este o condiție de supraviețuire atât în lumea vie cât și în cea nevie, cum susținea cândva Darwin, creșterea productivității muncii este o lege a evoluției civilizației. Flexibilitatea este o manifestare a adaptabilității. Obiectivul care se formulează acum este realizarea diversității în condiții de creștere sau cel puțin de menținere a productivității muncii.

De pe un alt meridian al lumii, filozoful antichității chineze, Lao-Zi afirma: „a socoti identic ceea ce este diferit, iată ce înseamnă măreția”. Într-adevăr, „măreția” tehnologiei actuale este a realiza producție, diferită tipologic, în condiții de productivitate comparabile cu cele de la producția de masă. Sigur că, progresul tehnologic este capabil să genereze echipamente care să se adapteze la particularitățile tipologice ale pieselor. Dar, așa cum se întâmplă mereu, toate au un cost. Și, s-ar putea ca input-urile din acest proces adaptiv să fie într-un raport inconvenient față de output-urile rezultate. Deci, problema nu se pune în termenii dacă această adaptabilitate se poate sau nu se poate realiza, ci în termenii eficienței, adică în termenii costurilor antrenate pentru obținerea unui anumit efect.

O altă problemă care apare la producția flexibilă

and more different products, either compatible with their personality, or conferring them a separate identity in relation to others. Thus the differentiation of products occurred in response to this trend and, ultimately, as a manifestation of evolution. The atomization of preferences results in the production to reducing the manufacturing lots and, by this means, to lowering the productivity of manufacturing. But different products mean manufacturing systems with different capabilities and different capabilities mean complexity, that is high costs and low productivity. In other words, the traditional advantage brought by large series in production has disappeared. Developments in manufacturing, however, are reflected, inter alia, by the increase of labor productivity. Therefore, there is a contradiction between the need to reduce large series and the necessity to increase labor productivity, both being equally manifestations of development. As in Hegel's philosophy, the conflict between thesis and antithesis occurred. The settlement of conflict, synthesis, is offered by flexible manufacturing. Namely, a manufacturing within which the production system is metamorphosed, quickly and economically to meet the changes in the manufacturing process and, primarily, the change products typology. If adaptability is a prerequisite for survival in both the living world and in the inanimate one, as Darwin once said, the increase of labor productivity is a law of development of civilization. Flexibility is a manifestation of adaptability. The main objective now achieving diversity in terms of increase or at least of maintenance of labor productivity.

From another meridian of the world, the ancient Chinese philosopher, Lao Zi said: “To consider as identical what is indeed different, here's what greatness means”. Indeed, the “greatness” of current technology is to achieve production, typologically different, in terms of productivity comparable with those of mass production. Sure, technological progress is capable of generating equipment able to be adapted to the specific typology of parts. But as always happens all have a cost. And the inputs might in this adaptive process to be in an inconvenient report to the resulted outputs. So the question does not arise in terms of whether or not this adaptability can be achieved, but in terms of efficiency, namely in terms of the costs

este legată de cantitatea de schimbare pe care o poate asimila sistemul. Vulgarizând problema, s-ar putea formula întrebarea: Într-un sistem flexibil s-ar putea realiza, în același timp, avioane și chibrite? Teoretic și pornind doar de la capacitățile tehnice se poate realiza orice. Dar, oare cât ar costa un chibrit fabricat într-o fabrică de avioane care să includă în costul său amortizările echipamentelor și valoarea muncii supercalificate dintr-o fabrică de avioane care, din când în când, ar realiza câte un lot de chibrite? Înseamnă, că răspunsul la prima întrebare, este dat de comandamente economice între care, într-o formă directă sau implicită, productivitatea muncii. Ca o consecință a acestei judecăți ar rezulta, prin logica bunului simț, că atunci când vorbim de flexibilitate a sistemelor de fabricație ne gândim la sisteme care baleiază într-o gamă tipologică restrânsă pentru sarcina de producție. Chiar și așa, ne putem întreba ce înseamnă „restrâns”, relativitatea formulării fiind evidentă. Este una din problemele deschise ale sistemelor flexibile de fabricație. Ar mai putea interveni, adiacent la această dezbateră, ideea definirii diversității pentru sarcina de producție. Adică, cum se măsoară diferența tipologică între două produse. Există în prezent sisteme de clasificare a produselor pe baza unor criterii de genul: formă, dimensiuni, natura materialului, tipuri de operații necesare ș.a.

Actualmente soluția formulată pentru fabricația flexibilă este adaptarea fidelă a sistemului de fabricație la particularitățile sarcinii de producție adică, pentru fiecare tip de produs să existe o capacitate corespunzătoare a sistemului. Dar, oare, n-ar fi mai bine să se creeze câte o capacitate la nivelul unui grup tipologic și nu pentru fiecare tip? Prima viziune generează sisteme foarte sofisticate și complicate care pot particulariza toate tipurile de produse pentru care sunt destinate. Sunt variante constructive complexe cu prețuri uneori prohibitive și cu foarte multe sensibilități și vulnerabilități investiționale. A doua variantă de abordare, la nivelul grupurilor tipologice, dacă s-ar dovedi fezabilă, ar presupune foarte multe simplificări, echipamente mai simple, care nu se pliază strict pe particularitățile sarcinii de prelucrare, dar modulează aceste particularități, oferind în schimbul unei oarecare suboptimizări în prelucrare, sisteme mai robuste, mai ușor de înțeles și de utilizat și cu sensibile reduceri de costuri investiționale. Folosind terminologia din teoria sistemelor, prima perspectivă ar însemna

involved to achieve a certain effect.

Another problem occurring within flexible production is related to the amount of change that a system can absorb. Vulgarizing this problem, the following question could be asked: Could we achieve in a flexible system, at the same time, planes and matches? Based only on theory and on technical capabilities anything can be achieved. But, how much would cost a match made in a factory for aircrafts to include in its cost the amortization of equipment and the value of overqualified work in a factory of aircrafts which, from time to time, would make a series of matches? This means that the answer to the first question is given by the economic commandments, among which, in a direct or implicit form, we find labor productivity. A consequence of this judgment it would be, by the logic of common sense, that when we talk of flexibility in manufacturing systems we refer to systems sweeping in a narrow typological range, restricted to the production task. Even so, we may wonder what "restricted" means, the relativity of such phrasing being quite clear. It is one of the open problems of flexible manufacturing systems. Also, adjacent to this debate, the idea of defining diversity for the production task could occur. Namely, the method of measuring the typological difference between two products. There are currently product classification systems based on criteria such as: shape, size, material, and types of operations needed etc...

Currently the solution for flexible manufacturing is the faithful adaptation of the manufacturing system to the specific tasks of production, which means that for each product type there is a corresponding capability of the system. But wouldn't it be better to create one capability within a typological group and not for each type? The first perspective generates very sophisticated and complicated systems which can customize all kinds of products to which they are designed. These are complex design alternatives whose prices are sometimes prohibitive and with many investment sensitivities and vulnerabilities. The second approach to the typological groups, if proved feasible, would require many simplifications, simpler equipment, which do not converge with the properties of processing on features, but modulate these features, offering, in return of some under-optimizations in processing, systems more robust and

precizie iar, a doua, relevanță. Viziunea fundamentată pe relevanță ar conduce la o capabilitate unică pentru un grup tipologic. Deci, s-ar ajunge, în final, la un echipament mono-obiect, specific producției de masă. Sau, conform dictonului filozofic pomenit anterior, „am socoti identic ceea ce este diferit”.

În acest caz, soluția globală trebuie formulată prin zonarea câmpului de variație a unei variabile în „benzi” sau subdomenii de variație la care trebuie găsite răspunsuri unice din partea sistemului de prelucrare. Natural, că această viziune naște multe probleme între care identificarea caracteristicilor semnificative pentru a defini tipologia produsului, iar, pentru aceste caracteristici, „lățimea benzilor” de variație, nivelul de acceptare a costurilor suplimentare de prelucrare și, cu siguranță, și multe altele. Eu cred, însă, că niște pași deja au fost făcuți, conștient sau inconștient, și câteva căi în cadrul acestei perspective s-au deschis. Urmează un mare efort de cercetare.

Se știe că, cu cât mișcarea (schimbarea) este mai rapidă cu atât aduce mai mult a imobilism. În substanța celor mai ferme obiecte, electronii se mișcă cu viteze amețitoare. Această constatare trebuie explorată dinspre ambele capete ale afirmației. Adică, atât dinspre mișcarea care generează stabilitate cât și dinspre imobilismul care produce mișcare. Sunt niște premise filozofice foarte adânci. Cam din această zonă, ar trebui să-și caute și să-și găsească fabricația flexibilă argumente și obiective de dezvoltare deși, în momentul actual, în mod surprinzător și absolut contrastant cu nivelul tehnologic pe care-l presupune, fabricația flexibilă se construiește în mare măsură pe baze empirice, uneori, destul de primitive.

În alt plan, metodologia promovată de cercetare semnifică trecerea de la continuu la discret, dacă am folosi terminologia matematică, iar dacă am aborda o perspectivă filozofică, atunci s-ar marca trecerea de la „confuz-difuz” către ceva concret, condensat, într-o formă și un conținut specific.

Poate că această viziune, s-ar putea numi „proiectare relevantă”. Ea pornește de la intervale de variație, de la medii, dispersii și costuri de suboptimizare. Ca procedură de optimizare în sensul minimizării costurilor de suboptimizare pentru situațiile punctuale, s-ar putea numi „optimizare globală”, atributul „global” referindu-se la intervalul de variație al parametrului de optimizat în condițiile cunoașterii densității de probabilitate pentru valorile parametrului respectiv în intervalul de variație.

easier to understand and use, with sensitive investment cost savings. Using the terminology of system theory, the first perspective would mean accuracy and the second, relevance. Vision based on relevance would lead to a unique capability for a typological group. Thus, it comes eventually to single-purpose equipments specific to mass production. Or, as previously mentioned in the philosophical dictum, "I reckoned identical what was different."

In this case, the global solution must be made through zoning the field of changes of a variable in "straps" or subdomains of variation to which unique responses must be found within the processing system. Naturally, this vision creates many problems; among them we find the identification of significant characteristics to define the product typology and, for these features, "the strap width" of variation, the acceptance level of additional processing costs and, certainly, many others. I believe, however, that some steps have already been made, consciously or unconsciously, and in some ways the prospects have been opened. What follows is a major research effort.

It is known that the faster the movement (change), the more it looks like immobility. Within the substance of the steadiest objects, electrons move at dizzying speeds. This finding should be explored from both ends of the allegation. That is, both from the movement that generates stability and from the point of view of immobility occurring from moving. These are some very deep philosophical premises. In about this area should flexible manufacturing seek and find arguments and development objectives although at present, surprisingly and completely contrasting with the technological level within it, flexible manufacturing is built, in large, on empirical basis, sometimes quite primitively.

In another hand, the methodology promoted by research means the passage from continuous to discrete, if we were to use mathematical terminology, and if we were to address a philosophical perspective, it would mark the passage from "confusing-vague" to something concrete, condensed, in a specific form and content.

Perhaps this vision might be called "relevant design". It starts at ranges of variation, from medium, dispersion and under-optimization costs. As an

Alternativa la această modalitate de optimizare este „optimizarea punctuală” care stabilește cea mai bună soluție pentru fiecare valoare a parametrului analizat.

„Optimizarea globală” poate însemna și că prin costuri suplimentare ale prelucrării s-ar putea simplifica echipamentele, adică un plus de costuri în prelucrare ar aduce un minus de costuri în echipamente. Sigur că, în aceste condiții, comparabilitatea celor două costuri ar trebui să se realizeze la nivelul unei perioade de funcționare a echipamentului egală cu durata amortizării lui. Într-un fel, este vorba de interacțiunea dintre sarcina de producție și echipamente în care, primul element, este activ și, al doilea, reactiv. Adaptarea utilajului la specificul sarcinii de producție este, oarecum, similară „răspunsului la frecvență” al sistemelor, unde frecvența factorului de intrare este variația tipologică a sarcinii de producție, iar ceea ce analizăm este răspunsul utilajului la această variație. „Conflictul” dintre cele două entități se consumă pe terenul costurilor în contextul în care toate celelalte condiții sunt îndeplinite.

În sfârșit, în modul cel mai general posibil, subiectul acesta se asociază temei filozofice legată de atitudinea față de schimbare, schimbarea fiind acceptată de către toate filozofiile lumii ca și singura constantă a lumii în care trăim. Acest gen de abordare încearcă să demonstreze, oarecum, că ar trebui decuplate ritmurile schimbării. Cu alte cuvinte, dacă schimbarea tipologică a produselor se realizează într-un anumit ritm, atunci ritmul în care se produce schimbarea utilajului ar trebui să fie ceva mai redus. Dacă schimbarea o putem asimila cu mișcarea atunci, în plan filozofic, putem genera o similitudine cu relația dintre masa și viteza unui obiect în mișcare. În cazul de față, „masă” care se mișcă (se schimbă) este utilajul și aici ne putem gândi la masă în sensul strict al termenului dar și în sensul cantității de valoare pe care aceasta o înmagazinează (în genul investiției, cost, etc.). Promovând această similitudine ar rezulta că pe măsură ce această „masă” este mai mare, mișcarea ei (schimbarea) este mai dificilă.

Obiectivul final al „abordării relevante” este schițarea unei viziuni de proiectare a echipamentelor sistemelor flexibile de fabricație, alta decât adaptarea punctuală la fiecare din nivelurile caracteristicilor care descriu sarcina de producție, chiar cu riscul suboptimizării economice a procesului de prelucrare. A se reține că, aici, nu se face nici o concesie privind

optimization procedure for the purpose of minimizing under-optimization costs for specific situations, it could be called "global optimization"; the attribute "global" referring to the range of variation of the parameter to be optimized in terms of knowledge of the probable density for the respective parameter values in the range of variation. The alternative to this manner of optimization is "punctual optimization" which establishes the best solution for each value of the analyzed parameter.

"Global optimization" can also mean that with additional costs of processing they could simplify equipments, namely additional processing costs would bring down the costs of equipments. Certainly, under these conditions, the comparability of the two costs would be achieved within an operating period equal to the amortization of equipment. In a way, it is the interaction between production and equipment, the first element being active and the second reactive. The adaptation of equipment to the specific task of production is somewhat similar with the "frequency response" of systems where the input frequency factor is the typological variation of the production capacity, and what we analyze is the response of the machine to this variation. The "conflict" between the two entities is consumed within the perspective of costs in the context that all other conditions are met.

Finally, in the most general possible manner, this subject is associated to the philosophical theme related to the attitude toward change, change being accepted by all philosophies of the world as the only constant of our world. This type of approach attempts to show, somehow, that we should arrest the rates of change. In other words, if the typological change of products is achieved according to a certain pattern, then the rate at which the change of equipment occurs should be somewhat reduced. If we assimilate change with motion then, within a philosophical level, we can generate a similarity with the relationship between mass and velocity of a moving object. In this case, the moving (changing)"mass" is the machine and here we think of mass in the strict sense of the word but with the sense of amount of value which it stores (the idea of investment, cost, etc..). Promoting this similarity shows that as this "mass" is larger, its movement (change) is more difficult.

The ultimate objective of “relevant approach” is

parametrii de execuție calitativă a sarcinii de producție. Logica de optimizare este pe criteriul minimizării costurilor, dar și a maximizării utilității care provine dintr-o mai simplă construcție și funcționare a echipamentelor. Până la urmă, niciodată nu vom putea materializa regimul de lucru absolut optim pentru o diversitate de produse care sugerează tot mai mult imaginea infinitului. Conștientizarea acestei situații, înseamnă „modularea” realității și nu „plierea” pe fiecare „element de relief” din diversitatea care construiește realitatea, în condiții convenabile de costuri, asociate atât procesului de prelucrare cât și construcției echipamentelor. Această viziune are și o componentă destul de consistentă de „răspuns compensatoriu uman”, cum spunea Naisbitt în „Megatendințe”, vis a vis de complexitatea crescândă a echipamentelor și în general, a lumii în care trăim.

„Proiectarea relevantă” materializează paradoxul „echipament rigid pentru fabricație flexibilă” prin care un minus în costul echipamentului compensează un plus de cost în prelucrare. Sigur că, acest mod de abordare, naște într-un stadiu următor problema „optimizării globale”, în care, variabilele de optimizat sunt colectate la nivelul întregului ciclu de viață al procesului. Este o logică, care are unele elemente comune cu mediatizata problemă a „refinanțării creditelor”, în care, de fapt, se dilată perioada de colectare a costurilor.

Poate, și mai clar, proiectarea relevantă ar înseamna „parcelarea” spațiului diversității tipologice a sarcinii de producție (sau, mai precis, a variabilității caracteristicilor reperelor fabricate) în zone și desemnarea, pentru fiecare zonă, a unei capacități unice a echipamentului. În acest fel, echipamentul este mai simplu și mai ușor de manevrat și de controlat. Și, bineînțeles, mai ieftin. Nu cred că poate fi ascunsă o oarecare tendință „retro” în această viziune. Este vorba, în principal, de proiectarea echipamentelor mono-obiect (ca la producția de masă) care, însă, acum, se adresează unei zone tipologice.

Pare că vremea producției de masă a trecut. Loturile care se execută în sistemele de fabricație sunt compuse tot mai puțin din reperi identice și tot mai mult din reperi asemănătoare, dar diferite. Sunt un fel de „clustere” determinate de caracteristicile morfologice și de prelucrare ale pieselor. Se naște, parcă, un alt ciclu al dezvoltării.

Într-un fel, această viziune, copiază viziunea din fizica cuantică, adică, la fel cum electronii stau doar

the outline of a vision for the design of flexible manufacturing systems equipment, other than the punctual adaptation at all levels of the characteristics describing the capacity of production, even at the risk of economic under-optimization of processing. Note that, here, there is no concession on quality performance parameters of the production capacity. The logic of optimization is based on the criterion of cost, but also of maximizing the utility derived from a simpler construction and operation of equipment. Eventually, we may never materialize the absolutely optimal regime for a variety of products that increasingly suggests the image of the infinite. Becoming aware of this situation means "modulating" reality and not "embracing" each "factor of relief" when constructing the reality of diversity, in affordable cost conditions associated with both the processing and the construction of equipment. This view is quite consistent with a component of "human compensatory response", as Naisbitt said in "Megatendencies", referring to the emergent complexity of equipment and in general, of our world.

"Relevant design" materializes the paradox of "rigid equipment for flexible manufacturing" within which a minus in the cost of equipment compensates a plus in processing. Certainly, this approach leads, in the next phase, to the issue of "global optimization", in which the variables to be optimized are collected within the whole lifecycle process. It is an approach that has some common elements with the publicized problem of "refinancing loans", which actually expands the period of collection costs.

Perhaps, even more clearly, relevant designing means "parceling" the space of typological diversity within production capacity (or, more precisely, of the variability of the produced parts' characteristics) and designating for each area a unique capability of the equipment. In this way, the equipment is simpler and easier to handle and control. And of course, cheaper. I do not think that a certain "retro" trend within this vision may be concealed. This is mainly about single-purpose equipment design (as in mass production) which, however, addresses a typological area.

It seems that the times of mass production have gone. Consignments that are run in the manufacturing systems consist lesser and lesser of identical items, more of the items becoming increasingly similar, but different. They are a sort of "clusters" determined by

pe „anumite” niveluri energetice, și nu pe toate, așa și capacitățile echipamentelor materializează doar „anumite” niveluri din spațiul diversității, și nu pe toate. Este de fapt, o trecere de la „continuu” la „discontinuu”.

Pe de altă parte, „filozofia” flexibilității este absolut compatibilă cu principiile care guvernează lumea în ansamblul ei cum sunt: adaptabilitate, schimbare, eterogenitate, globalizare, unificare, diversificare, determinism, aleatoriu, relevanță, ș.a. După cum se observă, multe dintre acestea sunt entități contrare care construiesc unități polare ce au ca liant flexibilitatea.

Premisele abordării sunt constituite din acceptarea, în mod oarecum paradoxal, a unor pierderi în prelucrare în contrapartidă cu unele simplificări în proiectarea și funcționarea echipamentelor. Ideea aceasta nu este nouă pentru că și Taguchi ne-a vorbit despre funcția de pierdere, în zona calității, prin devierile de la valorile țintă. Nu se pune, aici, problema ca aceste devieri să scoată piesa din câmpul de funcționalitate, dar elementul de semnificație este acceptarea pierderii pe un teren cu determinații economice. După opinia mea, ideologia lui Taguchi, face nuanțări într-un câmp în care se manifestă caracteristicile pozitive.

În abordarea de față, toate ideile converg către o formă de optimizare, oarecum neconvențională, care acceptă aprioric pierderea în procesul de prelucrare pentru a o compensa cu simplitatea echipamentului. Neconvenționalul rezultă din modul de a colecta costurile care intră în optimizare ca și din durata de timp la care se referă optimizarea. Adică, nu este vorba de o optimizare în genul „aici și acum” ci de o optimizare pe toată durata de viață a echipamentului. Forțând puțin noțiunea, este vorba de o „optimizare durabilă” care ia în calcul, împreună cu prezentul, trecutul și viitorul.

Opinia mea este că, în proiectarea și utilizarea echipamentelor, se merge către un prag de precizie, de automatizare și, în general, de acuratețe punctuală care, la fel ca în principiul incertitudinii a lui Heisenberg, va exploda într-un soi de nedeterminare, de necuprindere și inaccesibilitate. Problema este înrudită cu limitele miniaturizării din electronică. Este locul de unde, poate, arta și cultura, despre care vorbeam la început, dacă nu vor revitaliza tehnologia, cu siguranță o vor umaniza.

the morphological characteristics and the processing parts. Another cycle of development arises.

Somehow, this vision, copies the vision of quantum physics, which is, as electrons only stay on "specific" energy levels, and not on all levels, the equipment capabilities materialize only "certain" levels within diversity, and not all of them. It is actually a shift from "continuous" to "discontinuous".

On the other hand, the "philosophy" of flexibility is absolutely compatible with the principles governing the world as a whole, such as: adaptability, change, heterogeneity, globalization, unification, diversity, determinism, random, relevance, etc. As noted, many of these are opposing entities which construct polar units bonded by flexibility.

The premises of the approach consist of the acceptance, somewhat paradoxically, of losses in processing in counterpart with some simplifications in the design and operation of equipment. The idea is not new, Taguchi talked about the function of loss within quality, with deviations from target values. The problem of these deviations to remove the piece from the field of functionality doesn't count here, but the significant element is accepting the loss on a terrain with economic attributes. In my opinion, Taguchi's ideology makes nuances in a field where positive characteristics are manifest.

Within this approach all ideas converge to a form of optimization, somewhat unconventional supporting a priori loss in the process of production to compensate the elementariness of the equipment. The unconventional results from the manner of collecting the costs within optimization and from the time covered by the optimization. That is, it's not an optimization like "here and now" but an optimization within the lifetime of the equipment. Forcing slightly the notion, it is a "sustainable optimization" which takes into account past, future and present together.

My opinion is that, within the design and use of equipment, things are going toward accuracy, automation and, generally, punctual accuracy which, as in Heisenberg's uncertainty principle, will explode in a kind of indeterminacy, measureless and inaccessibility. The problem is related to the limits of electronic miniaturization. It's a place where, perhaps, art and culture, of which I spoke first, if they do not revitalize technology, they will certainly humanize it.