Conception d'architectures évolutives de systèmes: Pour des systèmes complexes adaptables, régénératifs et intelligents à l'ère du changement climatique. Principes, processus et méthodologies d'ingénierie système pour la conception, l'optimisation et la mise en œuvre multidisciplinaire d'architectures.

Evolutive System Architecture Design: Enabling Adaptable, Regenerative, and Smart-Driven Complex Systems in the Era of Climate Scarcity

Principles, Workflows, and System Engineering Methodologies Towards Design, Optimizations, and Implementation of Ultra-Performance Multidisciplinary Architectures with No Previous Heritage in Fast-Pace Environments.

by

Raul Polit Casillas

Université de Strasbourg

Advisor/Director: Professor Emmanuel Caillaud, University of Strasbourg

Thesis study case: Evolutive Portable Habitat (EPH) © 2020 Raul Polit Casillas

This work was done as a private venture and not in the author's capacity as an employee of the Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology. This is a fundamental research activity presenting only theoretical results.

1. Résumé

L'activité humaine sur Terre a été motivée par la nécessité de toujours innover. Les besoins de survie, l'avantage concurrentiel et la curiosité intellectuelle, entre autres, nous ont incités à aller au-delà, des limites ressources disponibles. Aujourd'hui, la complexité, le patrimoine immatériel et la rareté des ressources influencent de plus en plus les architectures complexes physiques en termes de conception, d'optimisation et de mise en œuvre. Cette thèse présente des résultats et des contributions à une nouvelle méthodologie de conception de systèmes en formalisant les synergies entre les domaines de l'ingénierie des systèmes, de l'architecture et de la conception technique,

De nos jours, les systèmes physiques complexes tels que la robotique, les plates-formes virtuelles, les bâtiments intelligents ou tout autre appareil électromécanique montrent un besoin croissant de sauts quantiques en termes de performances qui dépassent souvent les connaissances disponibles. Par exemple, les produits de consommation

sont devenus chaque jour plus sophistiqués, nécessitant une meilleure intégration du matériel, des logiciels et d'autres exigences sociales et culturelles pour réussir. Les systèmes qui étaient purement mécaniques, comme les voitures, incluent aujourd'hui des centaines de milliers de lignes de code et utilisent des techniques de fabrication nouvelles (par exemple, la fabrication additive) pour offrir une meilleure qualité, une complexité moins chère et une personnalisation plus facile à des prix inférieurs. Cependant, au-delà de la compétitivité sur les marchés mondiaux, la demande de meilleures performances (par exemple, des maisons durables qui consomment moins d'énergie) ou d'adaptabilité (par exemple, un système modulaire) est une tendance croissante basée en partie sur l'introduction de techniques d'intelligence artificielle. Cette complexité intrinsèque considère une réalité multidisciplinaire en réseau, plutôt qu'un problème linéaire ou unidimensionnel. Par exemple, les télécommunications de nos jours ne consistent plus seulement à transmettre des données sur de grandes distances, mais elles impliquent également des aspects sociaux, la connectivité avec d'autres sous-systèmes et les expériences des utilisateurs. Notre monde se complexifie et les méthodes de conception doivent également évoluer.

Dans le même temps, nous sommes confrontés à une toute nouvelle phase en termes de disponibilité des ressources en raison de l'incertitude climatique et de la surpopulation ainsi que d'autres facteurs socio-économiques. Par conséquent, l'équilibre entre le besoin de complexité et les ressources disponibles (par exemple, l'énergie, la main-d'œuvre, les matériaux, etc.) entre dans un nouveau paradigme, qui est le point de départ de cette recherche. Quel que soit le domaine de travail (par exemple, l'architecture, la construction automobile, la finance, la conception de produits, la médecine, l'aérospatiale, etc.), la nécessité d'aller au-delà en termes de performance, de nouveauté, d'efficacité, d'unicité et d'adaptabilité devient un enjeu majeur. Les marchés, les clients et les exigences continueront d'exiger davantage de toute architecture système, affectant à la fois « ce qu'ils sont » en tant que système (artefact) et « comment » ils sont développés (méthode) tout au long des différentes phases de développement telles que : la conception, l'optimisation, le prototypage, la mise en œuvre, leur pilotage et leur fin de vie. Ainsi, indépendamment des connaissances ou de la rareté des ressources (par exemple, main-d'œuvre, capacité, matériaux, etc.), comment pourrions-nous atteindre des niveaux de performance et de capacité bien meilleurs lors du développement de nouveaux systèmes complexes? Et si oui, comment pourrions-nous les concevoir mieux avec moins, en utilisant des moyens plus rapides et plus efficaces?

Cette thèse présente les bases théoriques, la méthodologie et les résultats de cas d'étude d'une approche technique novatrice, rapide et synergique vers l'ingénierie système et la conception d'architectures complexes. Inspirée par des principes évolutifs et axée sur les connexions entre les disciplines, cette approche évolutive aborde la conception, l'optimisation, la mise en œuvre et la gestion de systèmes complexes sous des contraintes strictes. Les principes de configuration, les pratiques d'optimisation et les schémas d'organisation sont abordés dans cette approche de conception de système pour surmonter rapidement les barrières du patrimoine, de la performance et de l'unicité comme le fait la nature, en tant que processus continus et efficaces s'appuyant sur des synergies synchrones plutôt que sur des divisions disciplinaires.

Alors que la conception, l'optimisation et la mise en œuvre sont sous cette approche liées comme des nœuds d'une approche en réseau, cette thèse est structurée autour de la méthodologie de conception. Un cas d'étude de conception principal, un sous-système de logement portable intelligent est utilisé pour illustrer la méthodologie et les principes décrits tout au long de la thèse, en raison de la complexité du sujet et du poids du patrimoine dans le domaine.

Après un chapitre introductif, une deuxième partie présente le contexte et la justification de cette méthode synergique. La nécessité de concevoir mieux et plus efficacement - ce qui signifie également plus rapide et moins cher - est fondée sur les incertitudes climatiques, socio-économiques et techniques à venir qui conduisent à de nouveaux équilibres entre les besoins, les ressources et le patrimoine. Les compétitions techniques, scientifiques et axées sur le marché demandent de meilleures performances plus rapidement, conduisant à des systèmes de plus en plus complexes. En outre, une telle méthode devrait offrir adaptabilité, évolutivité et efficacité en vue d'améliorations spectaculaires rendues possibles par les solutions de pointe. Ainsi, un troisième chapitre présente une vaste revue de la littérature traitant des méthodes de conception et des approches d'ingénierie système. La tendance de conception frugale, sociale et low-tech parmi beaucoup d'autres propose plusieurs options pour faire plus avec moins. Néanmoins, notre approche vise à faire «mieux avec moins» dans le contexte de la «haute technologie» et du

domaine de l'ingénierie de conception de systèmes. Les méthodes évolutives sont conduites vers un changement radical, mais évolutif, et non vers une innovation incrémentale.

Dans un contexte aussi large, le quatrième chapitre met l'accent sur une série de caractéristiques clés au sein des architectures physiques qui deviennent de plus en plus critiques en raison des sources de rareté et des besoins de plus en plus complexes. Les architectures évolutives sont définies par une approche régénérative des ressources, une grande adaptabilité et une démarche basée sur l'intelligence. Tout système complexe peut être décrit par sa géométrie (principes descriptifs), son comportement (principes fonctionnels) et sa substance (nature des composants), de sorte que le chapitre suivant expose la méthodologie de conception évolutive du système dans ce contexte. Agnostique d'outil, le chapitre de cas d'étude permet d'illustrer les principes évolutifs, les étapes, les outils et les critères utilisés pour obtenir efficacement des solutions ultra-performantes réalisables. Cela fournit la base pour discuter des résultats et obtenir les conclusions des contributions présentées dans cette recherche.

Le fondement de cette recherche repose sur près de 15 ans d'expérience professionnelle dans la conception de systèmes très complexes. Cette thèse est complétée par d'autres exemples de recherche fondamentale du domaine public également publiés par l'auteur au cours de son activité au Jet Propulsion Laboratory de la NASA / Caltech pendant près d'une décennie. Par conséquent, les lignes directrices et les résultats présentés dans cette thèse développent une base théorique, applicable à la conception, à l'optimisation et à la mise en œuvre de toute conception d'architecture de système complexe (évolutive ou non) dans des domaines techniques. Faire mieux avec moins est essentiel en raison de la rareté des ressources, du besoin d'agilité et de l'adaptabilité inhérente du système au-delà du patrimoine. Mais il est essentiel, comme le présente cette approche évolutive, d'aborder cet objectif avec une perspective holistique, tout comme le fait la nature, tout en tirant le meilleur parti des techniques de conception et de fabrication actuelles. En outre, une telle approche doit créer une base vers l'introduction d'outils à venir. Dans un monde confronté aux incertitudes croissantes du changement climatique, à la surpopulation et aux pressions éternelles des marchés en mutation, nous proposons un moyen plus efficace d'obtenir de meilleures solutions, afin de pouvoir continuer à oser de nouveaux défis.

2. Abstract

Human activity on Earth has been driven by the need to innovate towards the next level. Survival needs, competitive advantage, and intellectual curiosity, among others, have incentivized us to go beyond, often against the everlasting hassle of finding resources or support. Towards the third decade of the century, complexity, heritage, and resource scarcity are increasingly influencing hardware-based complex architectures in terms of design, optimization, and implementation. Upon the synergies across the domains of system engineering, architecture, and engineering design this thesis presents results and contributions towards a novel system design methodology.

Nowadays complex hardware-based systems such as robotics, virtual platforms, smart buildings, or any other electro-mechanical device product show a growing need for quantum-leaps in terms of performance, which are often beyond limited or not existing heritage. For instance, consumer products have become more sophisticated every day, requiring better integration of hardware, software, and other social and cultural requirements to succeed. Purely mechanical systems a few decades ago, like a car, today include hundreds of thousands of lines of code, and infuse disruptive manufacturing techniques (e.g., additive manufacturing) towards delivering better quality, cheaper complexity, and easier customization at lower prices. However, beyond the competitiveness within markets worldwide, the demand for better performance (e.g., sustainable homes that consume less energy) or adaptability (e.g., modular system) is a growing trend based partially on the infusion of data-driven and intelligence-driven capabilities either as a process, product, or within its operations. That inherent complexity is assumed in this research as multidisciplinary networked reality, rather than a linear or unidimensional problem. For instance, telecommunications nowadays are no longer just about transmitting data over large distances, but they involve social aspects, connectivity with other subsystems, and user experiences as

well. Our world gets more complex, and design methods must evolve too.

At the same time, we are facing a whole new phase in terms of resource availability due to climate uncertainty and overpopulation as well as other socioeconomic factors. Therefore, the balance between the need for complexity and the available resources (e.g., energy, workforce, materials, etc.) is entering a new paradigm, which is the starting point for this research. Regardless the field of work (e.g., architecture, car-making, finance, product design, medicine, aerospace, etc.) the need to go beyond in terms of performance, novelty, efficiency, uniqueness and adaptability is becoming a major force in any complex technical endeavor. Markets, customers, and requirements will keep demanding more of any system architecture, affecting both '**what' they are as a system (artifact), and 'how' they are being developed (method**) all across the different development phases such as: design, optimization, prototyping, implementation, management, and sustainability. Thus, **regardless of heritage or scarcity of resources** (e.g., workforce, capability, materials, etc**.) how could we achieve much better levels of performance and capability when developing new complex systems?** And if so, how could we design them better with less, using faster and more efficient means?

This thesis presents the theoretical bases, methodology, and study cases results of a novel, fast-paced, and synergetic technical approach towards system engineering and design of complex architectures. Inspired by evolutionary principles, and focused on the connections across disciplines, this **evolutive approach** tackles design, optimization, implementation, and management of complex systems under such tight constraints. **Configuration principles, optimization practices, and organization schemes are addressed within this system design approach to quickly overcome the barriers of heritage, performance, and uniqueness the way nature does**, as a continuous and efficient process building upon synchronous synergies rather than disciplinary divisions.

While **design, optimization, and implementation are under this approach linked as nodes of a networked approach,** this thesis is structured around the design methodology. A main design study case, a smart portable housing subsystem is being used to exemplify methodology and principles described across the thesis, due to the complexity of the topic and the weight of heritage in the field.

After an introductory chapter, a second part presents the context and rationale for this synergetic method tackling stressors, barriers, enablers, and gaps. The need to design better and more efficiently - which also means faster and cheaper - is founded on **upcoming climate, socio-economic, and technical uncertainties** driving new balances between needs, resources, and heritage. Technical, science, and market-driven competitions race for better and faster performance, leading to increasingly more complex systems. In the long term, this not only stresses current design capabilities, but also makes it more difficult to embrace new solutions, especially for heritage-rich and risk-averse sectors. Furthermore, such a method should provide adaptability, scalability, and efficiency towards dramatic improvements enabled by current state-of-the-art solutions at any given time. Thus, a third chapter presents an extensive literature review tackling design methods and system engineering approaches. Frugal, social, and low-tech design tendency among many others propose multiple options toward doing more with less. Nevertheless, this approach tackles doing **"better with less"** in the context of 'high-tech' and the system design engineering domain. Evolutive methods are driven towards systematic radical but evolutionary change, not incremental innovation.

Within such broad context, the fourth chapter makes an emphasis in a series of key characteristics within hardware-based architectures that are increasingly becoming critical dues the sources of scarcity and the needs for more complexity. Evolutive architectures are defined by a **regenerative** approach toward resources, a high **adaptability**, and an **intelligence-driven** baseline. Any complex system could be described by its **geometry** (descriptive principles), its **behavior** (functional principles), and its **substance** (component nature) so the next chapter lays out the evolutive system design methodology upon such context. Agnostic of tool, the aforementioned study case chapter allow to exemplify the evolutive principles, steps, tools, and criteria used to efficiently obtain feasible ultra-performance solutions. This provides the baseline to discuss results and obtain conclusions of the contributions presented within this research.

The foundation of this research is based on almost 15 years of professional experience designing very complex systems. This thesis is complemented by other fundamental research examples of public domain also published by the author during his activity at the Jet Propulsion Laboratory of NASA/Caltech for almost a decade. Hence, the guidelines and findings presented in this thesis develop a theoretical foundation, applicable to the design, optimization, and

implementation of any complex system architecture design (evolutive or not) across technical fields. Doing better with less is a critical due to the scarcity of resources, the need for agility, and the inherent adaptability of system beyond heritage are needed. But it is essential, as this evolutive approach presents to address that objective with a holistic perspective, just like nature does, while making the most of current design and manufacturing techniques. Furthermore, such approach needs to create a foundation toward the infusion of upcoming and more available automation methods. In a world challenged by the increasing uncertainties of climate change, overpopulation, and the everlasting pressures of changing markets, we deserve a more efficient way of getting better solutions, so we can keep daring mighty new challenges.

3. Publications and outreach

3.1. Publications in indexed journals (WoS)

- A. A. Shapiro, J. P. Borgonia, Q. N. Chen, R. P. Dillon, B. McEnerney, R. Polit-Casillas, L. Soloway Additive Manufacturing for Aerospace Flight Applications", AIAA, Journey of Spacecraft and Rockets, Volume: 53 Issue: 5 Pages: 2016 ,952-959 .
  DOI: 10.2514/1.A33544
- Castable Bulk Metallic Glass Strain Wave Gears: Towards Decreasing the Cost of High-Performance Robotics Hofmann, DC (Hofmann, Douglas C.)[1,2] ; **Polit-Casillas, R** (Polit-Casillas, Raul)[1] ; Roberts, SN (Roberts, Scott N.)[1] ; Borgonia, JP (Borgonia, John-Paul)[1] ; Dillon, RP (Dillon, Robert P.)[1] ; Hilgemann, E (Hilgemann, Evan)[1] ; Kolodziejska, J (Kolodziejska, Joanna)[2] ; Montemayor, L (Montemayor, Lauren)[1] ; Suh, JO (Suh, Jong-ook)[1] ; Hoff, A (Hoff, Andrew)[2] ; Carpenter, K (Carpenter, Kalind)[1] ; Parness, A (Parness, Aaron)[1] ; Johnson, WL (Johnson, William L.)[2] ; Kennett, A (Kennett, Andrew)[1] ; Wilcox, B (Wilcox, Brian)[1] SCIENTIFIC REPORTS NATURE, Volume: 6, Article Number: 37773, 2016
  DOI: 10.1038/srep37773

3.2. Other publications and conferences

Restriction apply to show the work of a large percentage of the activity conducted at NASA

- R Polit-Casillas; J Elliott; MW Smith; A Austin; T Colaprete; T Fong; S Magnus; P Metzger; A Parness; HH Schmitt; B Sherwood; M Sims; MW Smith; G Voecks; K Zacny (2019). Architectural design considerations for a robotic power infrastructure on the Moon. International Astronautical Congress IAC2019, 21-25 October 2019, Washington DC, USA.
- AS Howe; R Polit-Casillas; MW Smith; A Austin; T Colaprete; J Elliott; T Fong; S Magnus; P Metzger; A Parness; HH Schmitt; B Sherwood; M Sims; MW Smith; G Voecks; K Zacny (2019). Planetary Autonomous Construction System (P@X). International Astronautical Congress IAC2019, 21-25 October 2019, Washington DC, USA.
- B Sherwood; A Austin; T Colaprete; J Elliott; T Fong; AS Howe; S Magnus; P Metzger; A Parness; R Polit-Casillas; HH Schmitt; M Sims; MW Smith; M Vaquero; G Voecks; K Zacny (2019). Robotic Lunar Surface Operations 2. Solar System Exploration Research Virtual Institute (SERVI), NASA Exploration Science Forum (NESF 2019), 23-25 July 2019, NASA Ames Research Center.
- B Sherwood; A Austin; T Colaprete; J Elliott; T Fong; AS Howe; S Magnus; P Metzger; A Parness; R Polit-Casillas; HH Schmitt; M Sims; MW Smith; M Vaquero; G Voecks; K Zacny (2019). Robotic Lunar Surface Operations 2. Space Resources Roundtable (SRR), Planetary & Terrestrial Mining Science Symposium (PTMSS), 11-14 June 2019, Golden, Colorado, USA.
- [6] J Elliott; A Austin; T Colaprete; T Fong; AS Howe; S Magnus; P Metzger; A Parness; R Polit-Casillas; HH Schmitt; B Sherwood; M Sims; MW Smith; G Voecks; K Zacny (2019). ISRU in Support of an Architecture for a

Self-Sustained Lunar Base. International Astronautical Congress IAC2019, 21-25 October 2019, Washington DC, USA.

- [7] MW Smith; A Austin; T Colaprete; J Elliott; T Fong; AS Howe; S Magnus; P Metzger; A Parness; R Polit-Casillas; HH Schmitt; B Sherwood; M Sims; MW Smith; G Voecks; K Zacny (2019). An Integrated Model for Performance Analysis of ISRU Lunar Base Concepts. International Astronautical Congress IAC2019, 21-25 October 2019, Washington DC, USA.
- Polit-Casillas, R., Tuman, D., Ravich, J., Martinez, R., Karapetian, A., Soloway, L., McEnerney, B., Smith, C., "4D Architectures", Publication Pending, 2019
- Hadaegh, F., Zmuidzinas, J., 'JPL Technology Highlights, 2015-2016', PP 52-53, Cover, Available online: https://scienceandtechnology.jpl.nasa.gov/sites/default/files/documents/JPL_2015-2016_Technology_Highlights.pdf , Pasadena, 2016
- Hadaegh, F., Zmuidzinas, J., 'JPL Technology Highlights, 2017-2018', PP 14-15, , Available online: https://scienceandtechnology.jpl.nasa.gov/sites/default/files/documents/JPL_2016-2017_Technology_Highlights.pdf , Pasadena, 2017
- Howe, A.S., Wilcox B., McQuin, C., Mittman, D., Townsend J., Polit-Casillas, R., Litwin, T., "Modular Additive Construction Using Native Materials", Jet Propulsion Laboratory, ASCE's Aerospace Division, 14th Earth and Space Conference, St. Louis, October 2014
- Article and cover, Polit-Casillas, R., Borgonia, J.P., "A Stich in time and space" (3-D printed multifunctional space fabrics", Jet Propulsion Laboratory Technology Highlights 2015-2016, National Aeronautics and Space Administration, Jet Propulsion Lab, CL#16-2090, Page 62-63 and cover, 2016
- Paper, Sherwood, B., Lunine, J., Elliott, J., Imken, T., Cable, M., Kempf, S., Southworth, B., Tucker, S., Waite, J.H., Frick, A., McCoy, K., Karapetian, A., Polit-Casillas, R., Oh, D., Hand, K.P., "Sylph: Life Detection Probe for a Europa Plume", 67th international astronautical congress (IAC), Mexico, September 2016, International Astronautical Federation (IAF), 2016
- Article, Polit-Casillas, R., Shapiro A., Borgonia, J.P., Mcenerney, B., "Multifunction 3D-Printed Fabrics", NASA Tech Briefs, NPO-49925, www.techbriefs.com/tsp (materials and coating), September 2015
- Interview and article, NASA Spinoff, "Mars Rover Work Spawns PDF Collaboration Software", NASA Technology Transfer Program, [Cited February 2016], Available at https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2016/it_3.html, 2016
- Paper, Zafirian, P., Imken, T., Matousek, S.E., Moeller C.R., Bennett M.W., Norton, C.D., Rosenberg L., Alibay, F., Spangelo, S., Banazadeh, P., Polit-Casillas, R., Kawate, J., "Team Xc: JPL's Collaborative Design Team for Exploring CubeSat, NanoSat, and SmallSat-based Mission Concepts", IEEE Big Sky Conference, Published, 2015
- Paper, Polit-Casillas, R., Howe, A.S., "Virtual Construction of Space Habitats and hardware: Connecting Building Information Models (BIM) and SysML", AIAA Space 2013 Conference
- Contribution, Price, H., Manning R., Evgeniy Sklyanskiy, Robert Braun4 "A High-Heritage Blunt-Body Entry, Descent, and Landing Concept for Human Mars Exploration",AIAA
- Paper, Polit-Casillas, R., "Self-Deployable Lunar Habitat, Part-1: Overall Architectural Design and Deployment", PI, AIAA ICES Conference, San Diego 2012, AIAA 2012-3556, 2012
- Paper, Polit-Casillas, R., "Logistics-2-Shielding Mapper: Automated Space Construction System Using CTBs", AIAA 2012-3556, ICES 2012 (patent pending)
- Paper, Shull, S., Howe, A.S., Polit-Casillas, R., "NASA AES: Concepts for Logistics to Living", AIAA Space Conference 2012, Published AIAA, 2012
- Publication, Polit-Casillas, R "Building Technological Habitats International Exhibition", AIAA Aerospace America 2012 volume, Space Architecture, pp 61, December 2012
- Paper, Polit-Casillas, R., "Applied Space Architecture (AIAA 2010-6108)" 40thth ICES, AIAA, 2010, Published

AIAA, 2010

3.3. Outreach and media *(selection)*

- Documentary, NASA, 'Hispan@s de la NASA (Hispanics of NASA)', 2019. https://www.youtube.com/watch?v=o1b0H5AfKZw
- Google Sci-Foo 2018 attendant and presenter, "4D Multidisciplinary Architectures, doing more with less", Palo Alto, CA, 2018
- Amazon MARS 2018 attendant and expo presenter, "4D Multidisciplinary Architectures for Space, doing more with less through mass repurposing", Palm Spring, CA, 2018
- TEDx Manhattan Beach Speaker, "Impossible Architectures: 4D Spacecraft", https://www.youtube.com/watch?v=bPaQaoGHerI , CA, 2017
- TIME Magazine, Zorthian, J., "NASA's New 'Space Fabric'", TIME, http://time.com/4775439/nasas-new-space-fabric/, online, May 2017
- WIRED Magazine, Stinson, E., 'NASA's Wild Fabric Is Basically Chain Mail From the Future', Wired, https://www.wired.com/story/nasa-fabric-chain-mail-from-the-future/ , online, June 2017
- NASA-JPL,' 'Space Fabric' Links Fashion and Engineering', https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?release=2017-110 , online, April, 2017
- CNN Video, 'Space Fabric', CNN, http://time.com/4775439/nasas-new-space-fabric/ , online, 2017
- Keynote Speaker, Polit-Casillas, R "Designing for additive manufacturing in the space industry", Solidthinking Converge Conference, Los Angeles, September 2016
- Lecture, "The Hidden Dimensions of Architecture and Engineering Design", Frank O. Ghery, Robert Manning, Raul Polit-Casillas, JPL, Pasadena July 2016
- Keynote Speaker, Polit-Casillas, R., Howe, S., "Virtual Space Construction for Space Habitats and Systems – VSCH-BIM", Consult Australia Technology Symposium, Sydney, Online Attendance, 2013
- Lecture, Polit-Casillas, R, "Applied Space Architecture: Advance constructive design for habitats in Space and on Earth" seminar at Caltech - Solar Decathlon Project - Caltech/SciArc - Guest lecturer (Pasadena, CA, 2012)
- Lecture and talk, "Applied Space Architecture", JPL NASA, Caltech, Pasadena, CA, 2012
- Lecture and student project review, "Implementing Space Habitats" Technical Seminar, Cal Poly Pomona - Dept. of Environmental Design, Space Architecture Studio (M. Fox), Pomona, CA, 2012
- Seminar, Space Architecture and Sustainability International Seminar – UCV, Director (2010-11)
- Symposium, Aliter: International Symposiums in Space Architecture: Approaching Space Architecture Otherwise - Seminar, workshop and public exhibition, Founder, director (Spain, 2010)
- Lecture, Polit-Casillas, R., "Space Architecture: from Dolmens to Space Stations" Conference, Ateneo Mercantil, Valencia, 2010