

Bachelor-Thesis

Analysis and development of modern shift planning methods and their integration in digital shop floor management systems.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Editor: Andrea Dallo Castillo
Matr. Nr.: 2357379
Supervisor: Dr.-Ing. Christian Hertle
Delivery: Darmstadt, den 27.08.2018

Bachelor Thesis

for

Andrea Dallo | 2357379

Thema:

Analyse und Entwicklung von modernen Schichtplanungsmethoden und deren Integration in digitale Shopfloor Management Systeme

Topic:

Analysis and development of modern shift planning methods and their integration in digital shop floor management systems

Since 2016 the PTW researches on digital shop floor management systems. They promise benefits regarding reaction times and better support of problem solving activities. Additionally, digital shop floor management systems represent an opportunity to connect the factory equipment with its machines and sensors as well as the factory workforce as a whole. This can lead to a better usage of the available data in the factory and using it for continuous improvement activities. However, the way the factory workforce is deployed in a modern factory, i.e. the shift planning methods need to be revised as well.

Therefore, the aim of this thesis is the development of modern shift planning methods taking into account requirements from lean production principles as well as new possibilities from Industry 4.0. A thorough understand of current shift planning techniques lie the baseline for this new development.

So the thesis consists of the following tasks:

- Literature and web research on state of the art shift planning methods and tools
- Developing a shift planning system with regard to Industry 4.0 and smart factory, i.e. when machines and products are more and more connected and are able to communicate what are the implications for the work force, how does that effect the way we plan work schedules? And also how do standard work principles from lean production go together with modern flexible working models?
- Integration of such a shift planning method in our existing digital shop floor management tool (in theory, no coding needed).
- Validation of your work through expert interviews or usability studies with students.

Begin: April 2018
Duration: 5 Months
Supervising tutor: Christian Hertle

Prof. Dr.-Ing. J. Metternich

Erklärung zur Abschlussarbeit gemäß § 22 Abs. 7 APB der TU Darmstadt

Hiermit versichere ich, Muster Mustermann, die vorliegende Master-Thesis ohne Hilfe Dritter und nur mit den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt zu haben. Alle Stellen, die Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht worden. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

In der abgegebenen Thesis stimmen die schriftliche und elektronische Fassung überein.

(Datum)

(Unterschrift)

Thesis Statement pursuant to § 22 paragraph 7 of APB TU Darmstadt

I herewith formally declare that I have written the submitted thesis independently. I did not use any outside support except for the quoted literature and other sources mentioned in the paper. I clearly marked and separately listed all of the literature and all of the other sources which I employed when producing this academic work, either literally or in content. This thesis has not been handed in or published before in the same or similar form.

In the submitted thesis the written copies and the electronic version are identical in content.

(Date)

(Signature)

Abstract

The aim of this thesis is to develop a shift planning tool that can be integrated in a Smart factory. The tool is based on lean production principles, which are related to shift schedule. The purposes of the tool were taken out from this basis, and they are supported by the Industry 4.0 features. With the Industry 4.0 technology, it is possible to create some functionalities that fulfil the objectives established. Therefore, the SPT is thought to solve scheduling problems, while it contributes to achieve lean general objectives of the manufacturing process in a more efficient way. After its development, the tool is design and implemented in the shop floor management tool of the Processlernfabrik CiP of Technische Universität Darmstadt. To finish with, there is a validation part in which some manufacturing plants were interviewed with a questionnaire. The results get through this analysis reflects the necessity of developing a tool in a 4.0 environment for solving shift schedule problems, however, the functions of the tool will change depending on the necessities of each manufacturing plant.

Table of contents

| | |
|---|-----------|
| Erklärung zur Abschlussarbeit gemäß § 22 Abs. 7 APB der TU Darmstadt..... | i |
| Abstract | i |
| Table of contents | i |
| List of figures..... | iv |
| List of tables | vii |
| List of abbreviations | viii |
| 1 Introduction | 1 |
| 1.1 Overview | 1 |
| 1.2 Objectives and motivation | 1 |
| 2 State of research..... | 3 |
| 2.1 Lean production | 3 |
| 2.1.1 Elimination of waste | 3 |
| 2.1.2 Continuous improvement | 4 |
| 2.1.3 Standardization..... | 4 |
| 2.1.4 Observation..... | 4 |
| 2.1.5 Just-in-time..... | 4 |
| 2.1.6 Employees..... | 5 |
| 2.1.7 Dynamic structure..... | 5 |
| 2.1.8 Vertical information system..... | 5 |
| 2.2 Industry 4.0..... | 6 |
| 2.2.1 Cyber-Physical system | 6 |
| 2.2.2 Internet of Things | 7 |
| 2.2.3 Smart factories..... | 7 |
| 2.3 Shift Planning..... | 8 |
| 2.4 Development approach: V-Modell..... | 9 |
| 2.4.1 Objectives of the V-Modell | 9 |
| 2.4.2 Structure of the V-Modell..... | 9 |
| 2.5 Qualitative approach: Phenomenology qualitative approach | 10 |
| 3 Research set up | 12 |
| 3.1 Decomposition and definition | 12 |
| 3.1.1 Lean production analysis of principles..... | 12 |
| 3.1.2 Purposes of the SPT | 13 |
| 3.1.3 Study of competition..... | 13 |
| 3.1.4 Industry 4.0 analysis of features | 14 |
| 3.1.5 Functions of the SPT | 14 |
| 3.2 Integration and verification | 14 |
| 3.2.1 Integration and design in the SPMT | 15 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.2.2 | Validation and feedback..... | 15 |
| 4 | Development, integration and validation of the SPT | 16 |
| 4.1 | Lean Production | 16 |
| 4.1.1 | Lean production literature analysis..... | 16 |
| 4.1.2 | Lean production related to shift planning | 19 |
| 4.2 | Purposes of the SPT | 20 |
| 4.2.1 | Observation purposes..... | 21 |
| 4.2.2 | Employee purposes | 21 |
| 4.2.3 | Dynamic structure purpose..... | 22 |
| 4.3 | Study of competition | 22 |
| 4.4 | Industry 4.0..... | 24 |
| 4.4.1 | Industry 4.0 literature analysis | 24 |
| 4.4.2 | Industry 4.0 related to shift planning | 27 |
| 4.5 | Functions of the SPT..... | 29 |
| 4.5.1 | Data functions..... | 29 |
| 4.5.2 | Workers functions | 30 |
| 4.5.3 | Schedule process functions..... | 31 |
| 4.6 | New challenges of the tool..... | 32 |
| 4.7 | Integration into the shop floor management tool | 35 |
| 4.7.1 | Communication centre | 35 |
| 4.7.2 | People and training..... | 36 |
| 4.8 | Design of the SPT: Proto.io..... | 37 |
| 4.8.1 | Manager access | 37 |
| 4.8.2 | Worker access | 48 |
| 4.9 | Validation..... | 49 |
| 4.9.1 | Questionnaire | 49 |
| 4.9.2 | Companies interviewed | 50 |
| 4.9.3 | Themes and subthemes | 52 |
| 4.9.4 | Actual situation..... | 53 |
| 4.9.5 | Future ideas..... | 57 |
| 5 | Conclusions | 60 |
| 6 | References | 62 |
| 7 | Appendix | 64 |
| 7.1 | Questionnaires answers | 64 |
| 7.1.1 | Delphi-APTIV | 64 |
| 7.1.2 | Vega mayor - Florette..... | 67 |
| 7.1.3 | Bosch -Siemens | 70 |
| 7.1.4 | Road House..... | 73 |
| 7.1.5 | Aerometallic..... | 76 |
| 7.1.6 | Siemens - Gamesa | 80 |
| 7.1.7 | Seinsa | 85 |
| 7.1.8 | ACP Technologies | 89 |

| | | |
|--------|-------------------------|-----|
| 7.1.9 | MAPSA..... | 93 |
| 7.1.10 | Schmidt + Clemens | 95 |
| 7.1.11 | GrafTec..... | 98 |
| 7.1.12 | MUBEA..... | 100 |

List of figures

| | |
|---|----|
| Figure 1: Schedule software Deputy..... | 8 |
| Figure 2: Structure of V-Modell (Based on: Ruparelia, 2010) | 10 |
| Figure 3: Modified Stevick-Colaizzi-Keen (Based on: Moustakas, 1994) | 11 |
| Figure 4: Structure development of the SPT. Decomposition and definition part | 12 |
| Figure 5: Structure development of the SPT. Integration and verification part | 15 |
| Figure 6: Lean principles for the SPT | 18 |
| Figure 7: Lean principles and methods for the SPT | 19 |
| Figure 8: Purposes of the SPT and its relationship with the lean principles..... | 21 |
| Figure 9: Filters applied to the study of competence | 22 |
| Figure 10: Industry 4.0 features of the SPT | 26 |
| Figure 11: Relation between the purposes and the 4.0 features..... | 27 |
| Figure 12: Relation between the purposes and the functions of the SPT | 29 |
| Figure 13: Origin of the functions of the SPT | 29 |
| Figure 14: Schedule process of the SPT..... | 32 |
| Figure 15: Main menu of the SFMT | 35 |
| Figure 16: Communication center screen of the SFMT | 36 |
| Figure 17: Training and skills screen of the SFMT | 36 |
| Figure 18: Role access screen of the SPT..... | 37 |
| Figure 19: Main menu of the SPT | 38 |
| Figure 20: Timetable screen of the SPT | 38 |
| Figure 21: Schedule process. Choice of the shift..... | 39 |
| Figure 22: Schedule process. Shift information completed | 39 |
| Figure 23: Schedule process. Shift publishing | 40 |
| Figure 24: Warning because of lack of skills..... | 41 |



| | |
|--|----|
| Figure 25: Schedule a worker with not enough training..... | 41 |
| Figure 26: Request of a worker | 42 |
| Figure 27: Shop floor visualization screen..... | 43 |
| Figure 28: User machine screen | 43 |
| Figure 29: User workers screen..... | 44 |
| Figure 30: Machine information screen..... | 45 |
| Figure 31: Worker information screen..... | 45 |
| Figure 32: Group information screen | 46 |
| Figure 33: Planification screen..... | 46 |
| Figure 34: Task distribution process process. Choice of the task..... | 47 |
| Figure 35: Task distribution process. Information of the task | 47 |
| Figure 36: Task distribution process. Addition of the task to the worker timetable | 48 |
| Figure 37: Information of tasks not done | 48 |
| Figure 38: Worker access main menu..... | 49 |
| Figure 39: Analysis of the tool used by the companies..... | 54 |
| Figure 40: Analysis of the problems of shift schedule process..... | 55 |
| Figure 41: Analysis of the publishing due dates..... | 55 |
| Figure 42: ACP Technology annual shift schedule | 56 |
| Figure 43: Analysis of indicators chosen..... | 56 |
| Figure 44: Delphi - Aptiv logo | 64 |
| Figure 45: Florette logo | 67 |
| Figure 46: Bosch - Siemens logo | 70 |
| Figure 47: Road House logo..... | 73 |
| Figure 48: Aerometallic logo..... | 76 |
| Figure 49: Siemens - Gamesa logo | 80 |



| | |
|--|-----|
| Figure 50: Seinsa logo | 85 |
| Figure 51: ACP Technology logo | 89 |
| Figure 52: MAPSA logo..... | 93 |
| Figure 53: Schmidt + Clemens logo..... | 95 |
| Figure 54: GraFtech logo | 98 |
| Figure 55: Mubea logo..... | 100 |



List of tables

Table 1: Lean production literature.....17

Table 2: Study of the functionalities of the softwares selected.....24

Table 3: Industry 4.0 literature and study of features.....25

Table 4: Overview of the development of the SPT34

Table 5: Comapnies interviewed52

Table 6: Themes and subthemes of the study.....53

List of abbreviations

| | |
|------|------------------------------------|
| SFM | Shop Floor Management |
| SFMS | Shop Floor Management System |
| TPS | Toyota Production System |
| JIT | Just in Time |
| TPM | Total Productive Maintenance |
| KPI | Key Performance Indicators |
| M2M | Machine to Machine |
| IoE | Internet of Everything |
| IoT | Internet of Things |
| IoS | Internet of Services |
| SPT | Shift Planning Tool |
| SFMT | Shop Floor Management Tool |
| SAP | Systems, Applications and Products |

1 Introduction

1.1 Overview

The actual technological transformation has brought with it some features, such as flexibility, that companies must deal with. At the same time, they must be more competitive and productive in the global world. A better shop floor management has an impact on workers conditions and improves manufacturing. Because of it, processes become more stable and workers' skills enhance (Hertle *et al.*, 2017b). The necessity of being more efficiently organized, and the objective of making profit of Industry 4.0 has ended up with the development of shop floor management systems.

One of the areas where SFMS works is the optimization and organization of shop floor resources. Employees and machines need to be scheduled depending on the production plan and work legacy conditions. However, sometimes there are problems such as workers versatility, underproduction or employees work-life balance. The shift schedule method must take into account a set of variables to achieve efficiency in the shop floor. With this purpose, the shift planning tool that is developed in the thesis, has been thought in a 4.0 environment, where the connection between all the shop floor resources is possible. It is a tool that collects real-time data, built a virtualization of the shop floor and communicates changes, failures or errors. A system capable of linking data with resources and making a better management of time.

1.2 Objectives and motivation

The aim of this thesis is to develop a shift planning tool based on lean production principles and methods, prepared to be applied in a smart factory.

One of the objectives of SPT is to get a better organization of the shop floor resources: machines processes and workers. At the same time, it converts manufacturing to a more flexible and connected process, to be prepared to market and demand changes. Thus, the lead time will be shorter by being more efficient, whereas a good quality of the product is provided. Furthermore, SPT improves the communication on the shop floor, trying to build a better life-work balance of all workers.

The lack of organization or misinformation originates some problems related with shift schedule. For example, sometimes it can happen to don't schedule correctly workers' shifts towards the production plan established previously. Time is loosed when the planning doesn't go as it was expected, and on top of that, when it doesn't exist a tool that can help to change or prevent the situation.

Moreover, each employee has developed different skills depending on his potential and training. These skills must be considered when the schedule is planned. However, sometimes the shifts are organized without a skill matrix. Hence, time is again lost because the workers are not as productive as they could be because they are not in the right work place.

Besides, if it doesn't exist a platform, the communication can be more difficult between the workers. This can lead to a lack of opportunity to make suggestions or requests. Indeed, it makes more difficult to communicate changes.

These problems are the motive to create a SPT that takes advantage of the Industry 4.0 and its features with respect to shift schedule.

The Industry 4.0 allows to make a whole connection of the shop floor. It makes possible the collection of real-time data, and its following analysis, to make a study of what was standardized and what was performed. At the end, it achieves a continuous improvement by solving problems of the shift schedule. Indeed, another advantage that Industry 4.0 has, is the possibility of having everything synchronized and updated that can be checked from everywhere. Furthermore, 4.0 technology improves employee working conditions, building a more participative schedule. Workers are able to write down requests or working preferences for instance, so the plant manager can consider it when the schedule is planned.

To conclude, this thesis consists of the development of a next generation shift schedule tool. A connected, changeable and real-time tool that is possible thanks to smart factory features and that follows a lean basis to improve the whole schedule process.

2 State of research

2.1 Lean production

Lean production is a method which main objective is to minimize waste of the manufacturing process. It was developed by the Japanese automotive industry during the 1950's, specifically in Toyota Company, named as Toyota Production System (TPS).

TPS philosophy designs and builds quality products and creates flexible, changeable models, while minimizing spendings, for example on tools and equipment, to compete in a global market. (Morgan, J.M., Liker, J.K., 2006). The model searches for continuous improvement by standardizing processes, making changes and observing results. The correct application of its principles improves reliability, flexibility, safety, efficiency and, hence, market share and profitability of the company (Spear, 2004).

The main goal of lean manufacturing is the minimization of every action and activity that doesn't add value or supposes a cost to the costumer final product. In order to achieve this objective, there has been developed tools and techniques such as Just in Time (JIT), Total Productive Maintenance (TPM), 5S or Cellular Manufacturing.

The lean model follows a set of principles, some named before concerning lean manufacturing area, that are described in the book *The machine that Changed the World* (Womack *et al.*, 1990). These principles are; elimination of waste, continuous improvement, multifunctional teams, vertical information systems, decentralised responsibilities and integrated functions and pull instead of push.

Even if this thesis is supported by a lean basis, not all the principles will be mentioned. For the better understanding and monitoring of the project, some of the terms that will be used are explained in the following points.

2.1.1 Elimination of waste

According with lean philosophy, the term *muda* refers to the waste generated. As it was said before, the main objective of TPS was to minimize costs by eliminating or minimizing *muda*. Lean manufacturing recognizes 7 different wastes, although it could be more, during the manufacturing process; overproduction, waiting time, transportation, inventory, motion, defects and processing (Womack *et al.*, 1990; Pavnaskar *et al.*, 2003). To either minimize or eliminate the waste generated it is needed to apply the correct lean technique, because it will provide more value with less human effort, equipment, time and space.

An example of waste can be the lack of quality of some manufacturing parts and products that need to be re-done again. Or the transportation from one place of the factory to another, which doesn't add value to the customer product and increases lead time.

2.1.2 Continuous improvement

According to lean philosophy, production systems need to be constantly improving, with the objective of achieving perfection, or *Kaizen* in Japanese. In lean companies, employees at all levels and functions must teach each other to not only achieve a continuous improvement but also a continuous learning. In other words, lean production consists of a nested experimental system in which all activities are changing to improve. These changes are made by the workers; some carrying them out directly and others coaching their colleagues, so changes can be planned and performed. The result of the process is the solution of problems at all levels of the organization (Spear, 2004).

2.1.3 Standardization

One of the practices TPS initiates to achieve lean goals is the standardization of processes. Steven J. Spear in *Learning to Lead at Toyota* described standardization as;

“the explicit specification of how work is going to be done before it is performed”

(Spear, 2004)

Standardization is a way of detecting deviations from what has been previously established and is a method of creating work expectations (Hertle *et al.*, 2017b). Hence, it becomes clearer the comparison between the targets and what was at the end achieved.

2.1.4 Observation

Direct observation of the problems gives us the root-cause of each fault. Therefore, both direct and indirect observations, give a perspective of the big picture (Spear, 2004). To obtain high productivity, it is necessary to have a production system free of failures, in TPS is called *zero-defect*. For this reason, lean systems make a control of the results obtained, as well as, the whole process. A continuous production analysis made by observing the information gathered and discussing with workers, leads to prevention of defects (Shingo, 1983)

2.1.5 Just-in-time

Just in time is a lean method that shorter the lead time of the product. It provides each process with the necessary products, at the right time, and having in stock the minimum

required (Sugimori *et al.*, 1977). This method is linked with waste generation because helps to eliminate it. For instance, it procures that the product manufacturing is adjusted to customer's demand, so no overproduction waste is generated.

2.1.6 Employees

“Employees should be recognized as the company’s most important resource and as a driver for change.” (Hertle et al., 2015)

Toyota has invested years in developing each engineer, technically and otherwise, to achieve improved collective knowledge and process collaboration in a continuous way (Morgan, J.M., Liker, J.K., 2006).

In lean manufacturing, teams must be multi-functional, and they must cover a part of the manufacture chain, so each member of the team performs a different task. To train workers in different work places allows them to rotate in between, makes the system more flexible and reduces dependence in a single employee. Therefore, team leaders have the responsibility of teaching workers different areas of the chain such as quality control or maintenance. Furthermore, training creates a more decentralised system and reduces costs by giving more responsibility to workers (Ahlström, 1998).

2.1.7 Dynamic structure

The dynamic structure alludes to the flexible production model. Companies should be prepared for flexibility to face new and different demands of the global market. Having a dynamic structure and hence, a flexible planning, allows to have a production plan that can satisfy the requirements of customers demand (Shingo, 1981). This dynamic structure is achieved by standardizing, comparing the deviations and get a solution for the problems encountered (Hertle *et al.*, 2017b).

2.1.8 Vertical information system

This refers to the information provided to teams, so they can achieve the objectives. The information must be given in a continuous way to the workers and must be discussed with all of them. There exist two types of content. On one hand, the strategic type, which collects the goals of the company and the way they must be achieved, for example, production plan. On the other hand, operational type, which contains the information for the team tasks (Karlsson and Ahlström, 1996).

2.2 Industry 4.0

Last industrial revolution, that took place during the 1970's and was called *the digital revolution*, developed the automation of processes. This has yielded to the terms customization and flexibility of mass production, and consequently, to the industrial revolution that takes place nowadays, named as Industry 4.0 (Otto *et al.*, 2015).

Industry 4.0 is a production system based on communication and a flow of information between the factory, the manufacturers and the customer. A system where all the processes are integrated, connected and data is collected in real-time. It looks to create the value of the product and therefore, increases customer influence in the process (Hozdic, 2015).

3 of the components that describe a 4.0 environment are; Cyber-physical system, the Internet of Things and Smart factories.

2.2.1 Cyber-Physical system

The cyber-physical system refers to the fusion of the physical and virtual world. It makes possible the communication between all the elements of the factory and the acquisition and processing of information. Is a close loop made of sensors, that collect the data, and autonomous actuators, all connected by a software base that can process the information. (Wagner *et al.*, 2017). It can be defined by three elements; data acquisition and data processing, machine to machine communication and human machine interaction.

Data acquisition and processing

It is the collection of data in big data platforms and its following processing with analytic applications. Smart objects, which are objects with sensors and communication-processing modules, acquire and analyse the data to identify failures or deviations in the standardization of the process, to optimize clients orders (Rocha Varela and Machado, 2017). Factories measure their processes with KPI to control, make decisions or set strategic objectives based on the information gather.

Machine to machine communication

Is the connection between smart machines, without human interaction. It combines vertical and horizontal integration. Vertical integration connects machines and data that are on a different level, while the horizontal integration is the communication between machines of the same level (Wagner *et al.*, 2017). The exchange of information with the two approaches makes possible the autonomous decisions of machines in the shop floor.

Human-machine interaction

It consists in the exchange of information between smart machines and employees. This interaction is, as well, a collaboration between both resources in the manufacturing process.

2.2.2 Internet of Things

The IoT is the tool capable of making the interaction between all smart objects. It refers to the network-based communication of all the sensors, phones, computers, actuators etc. and its mutual collaboration to achieve common goals (Otto *et al.*, 2015).

2.2.3 Smart factories

The smart factory emerges with the creation of CPS communication through the IoT. They are the places where the physical and virtual world is mixed to become a hybrid production facility (Zuehlke, 2010). The plants are designed modular with a lean basis for successful manufacturing and with Industry 4.0 integrated to optimize the process (Bauer *et al.*, 2018).

The Industry 4.0 terms used in the project can be taken out from the elements described. I will point out 4 key features of Industry 4.0 technology (Otto *et al.*, 2015).

- **Autonomous decisions:** Is the ability to work independently, so smart things are capable of making autonomous decisions.
- **Service orientation:** Refers to the fact of sharing information between the customer and the company. Industry 4.0 technology increase customer influence in the process.
- **Collection and analysis of data:** Is the data collected in real time and that can be saved for historical data reports or be analysed at the moment. In addition, it assured a self-adapted system where everything could be configured to be adaptable to changes.
- **Virtualization:** The data collected provides a virtual copy of the shop floor with parameters that are essential for a better performance.
- **Connectivity:** Is the connection between all the resources of the shop floor, in other words, is the communication between the IoT and the IoP and the main goal of Industry 4.0.

2.3 Shift Planning

The shift planning is the previous organization of worker's timetable depending on the needs, such as the demand and the resources of the company (Ernst *et al.*, 2004).

The shift planning of the workforce is becoming, more and more, a struggle task due to the necessity of customization and flexibility of processes. It is very difficult to find a solution that can minimise costs, meet employee preferences, distribute shifts equitably and satisfy work place problems. Moreover, all the process must be regulated by the legacies and policies related to shift planning of the workforce. Thus, the shift design must take into account some factors such as fluctuating requirements, employee availabilities, rules, continuity of employment and employee versatility (Glover *et al.*, 1984).

Nowadays, there is an offer of software packages that provide functions to solve general planning problems. However, this software can be only applied in a specified industry. At the same time, the ones that are designed for a more general use, seem to be limited (Ernst *et al.*, 2004).

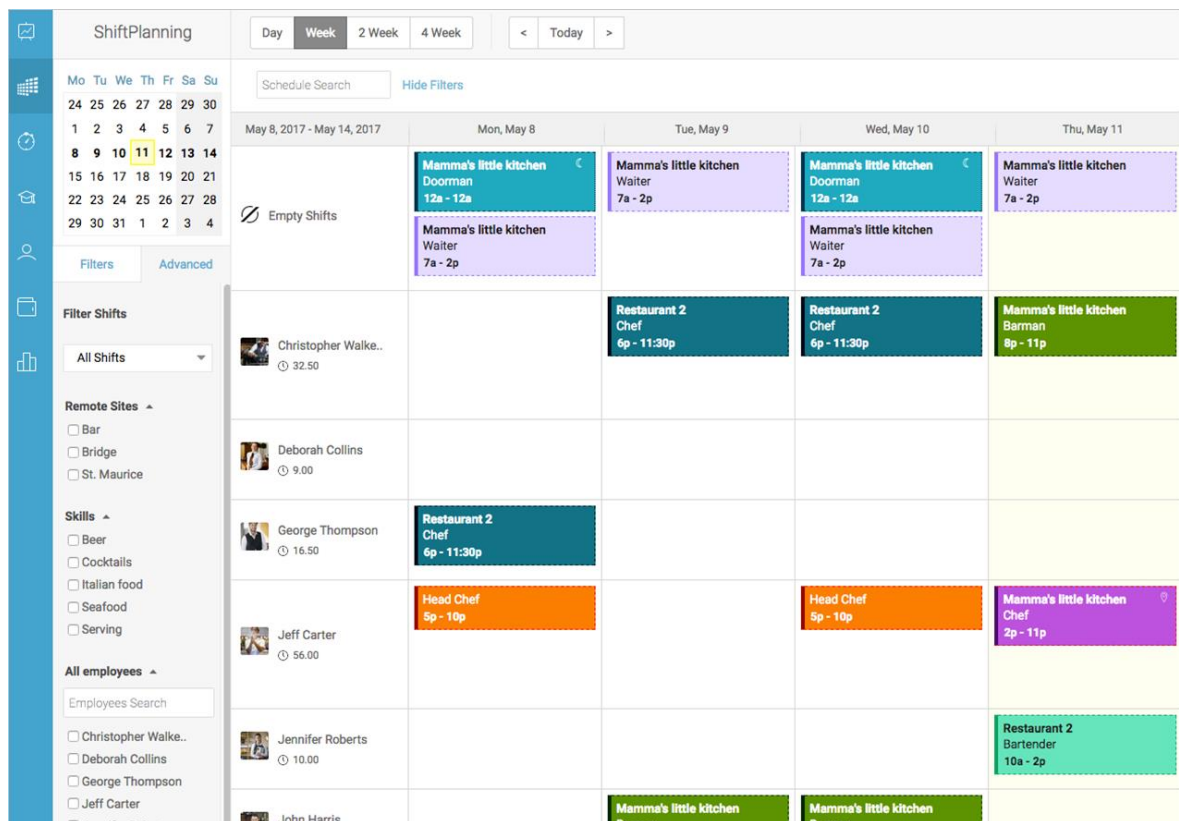


Figure 1: Schedule software Deputy

There exist different ways of organizing employee shifts. Usually it depends on the manufacturing process of the company. Hence, companies need to plan the schedules are

differing. However, all of them wants a tool that increases efficiency, reduces costs and improves work-life balance of workers.

2.4 Development approach: V-Modell

To develop the tool that solves the shift planning method, it is necessary to follow a planning project approach which its developing steps are standardized already. The model use as a guideline, is the V-Modell.

Presented the first time in 1991 in the NCOSE symposium in Chattanooga, Tennessee, it was developed by the NASA as an approach to plan and develop either simple or complex projects. It is a model that clearly specifies the role of all participants, the concrete tasks to do and the moment to achieve them during the development (Der Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik, 2004; Ruparelia, 2010).

2.4.1 Objectives of the V-Modell

V-Modell tries to achieve the following objectives:

- Minimization of projects risks.
- Improvement and guarantee of quality.
- Reduction of total cost over the entire project and life cycle of the system.
- Improvement of communication between all stakeholders.

These goals are achieved because of the standardization and description of all the roles in the life-cycle of the project development.

2.4.2 Structure of the V-Modell

In the V-Modell every step of the V-shape has a corresponding testing cycle, so it is possible to make a feedback for the first steps and correct what is wrong. This is the reason why this model is also named as the validation and verification model, where the verification consist of the development and the validation corresponds to the testing of the project.

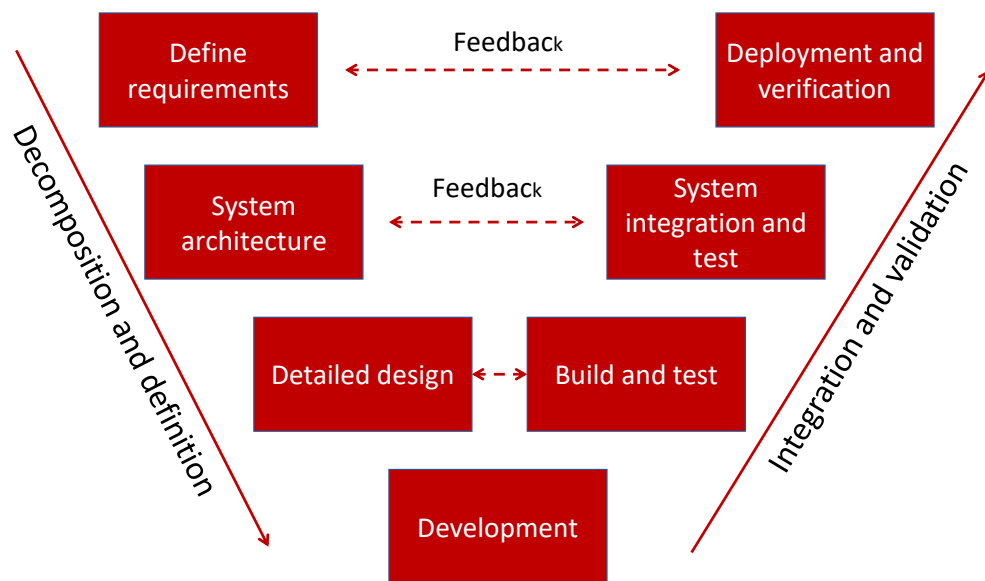


Figure 2: Structure of V-Modell (Based on: Ruparelia, 2010)

Therefore, the V-Modell is structured into two different parts; the first one is named as decomposition and definition and the second one is the integration and verification of the project.

The left side of the V is the preparation of the software based, hence, the product requirement document is prepared. In these phases is important; first, to gather information from the end user, and later, establish the functionalities that are needed for the design of the software.

The right side of the V represents the testing of the previously developed. It integrates and tests the software from small modules to the whole system. During these phases the design mode is checked to see if it fit with the purposes of the project, and at the end if the resulting system corresponds to the requirements specifications of the end users.

2.5 Qualitative approach: Phenomenology qualitative approach

The Center for Innovation in Research and Teaching describes the Qualitative Research as research studies which goals are to examine, understand and describe a phenomenon (Center for Innovation in Research and Teaching, CIRT, 2018a).

In the thesis, to validate the functionalities of the shift planning method, it has been collected experiences through some questions to employees whose work is to plan the

company shift schedule. The data is not in a quantitative format, so the data analysis must be treated as qualitative. Concretely the research approach use is the phenomenology.

A phenomenological method tries to understand and describe life experiences by classifying in themes the different perspectives collected. Consequently, no hypotheses are made after the analysis.

The methodology used in this thesis to either collect and analysis the data were defined by Clark Moustakas in his book *Phenomenological research methods* (Moustakas, 1994).

Moustakas describes six steps in the Modified Stevick-Colaizzi-Keen, see Figure 3, for a phenomenological research. However, they can be summarized into four steps (Center for Innovation in Research and Teaching, CIRT, 2018b).

- Bracketing: Corresponds with the researcher's Epoche, which is the unbiased vision of the topic to research.
- Intuition: Is the step where the research makes a deep understanding of the phenomenon considering different perspectives in an open-minded.
- Analysis: The objective of this method is to create different themes with the data collected. To do that there is first a horizontalization of the data, so subthemes are created, each one with a meaning for the researcher. The themes are created by grouping the subthemes that has a relation between them. The last step of the analysis is the combination of all the participants' experiences.
- Description: The researcher describes the data collected.

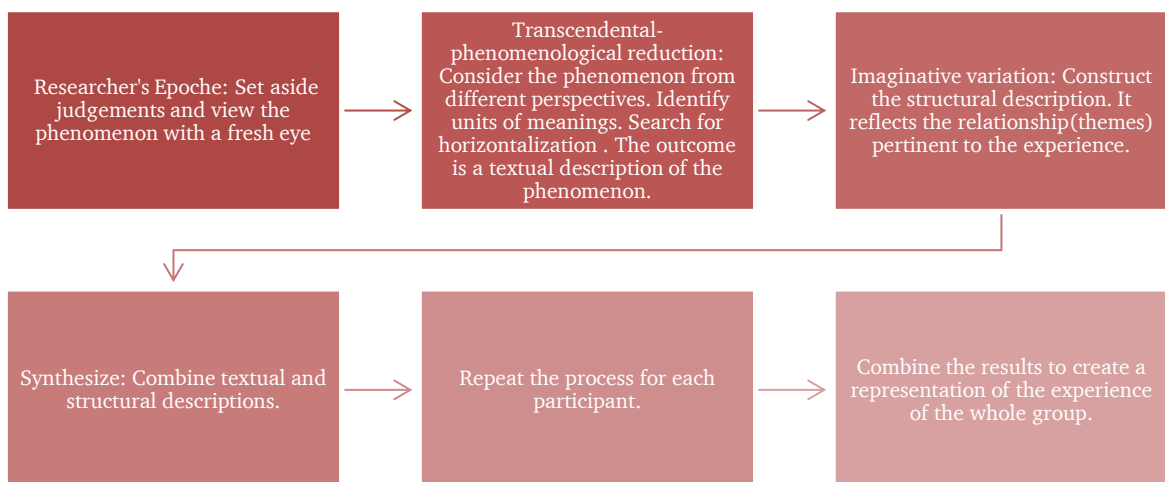


Figure 3: Modified Stevick-Colaizzi-Keen (Based on: Moustakas, 1994)

3 Research set up

To proceed with the development of the SPT, it has been followed a structured process. This structured process comes from the approach of the V-Model. Hence, the steps carried out to get the requirements of the tool constitute the first part of the V shape.

Besides, all projects which guideline the V-Model is, have a validation part that represents the right side of the V shape. Thus, this project has its validation even if the programming part is not made.

3.1 Decomposition and definition

The methodology used is structured as in figure 4. First, there is a study of lean literature where some conclusions were taken out and used for establishing the purposes of the SPT. Then, again, there is another study about Industry 4.0 features. This study will link the purposes with the functions of the tool. At the same time, a study will carry about the software offered in the market nowadays. Therefore, the functionalities come from knowing the purposes, the Industry 4.0 technology needed and the actual situation of shift planning software.

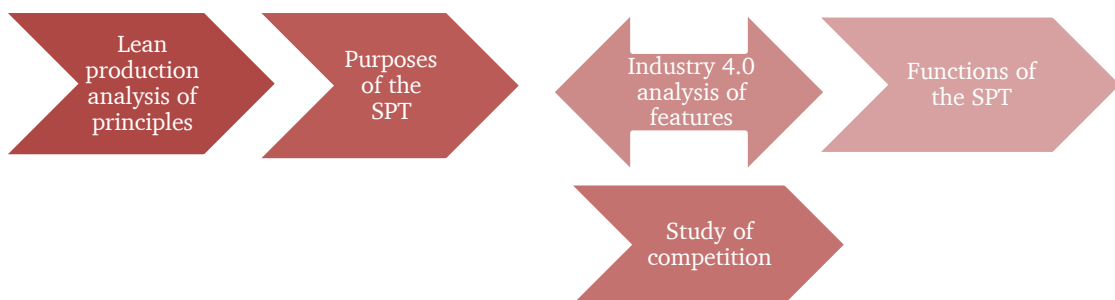


Figure 4: Structure development of the SPT. Decomposition and definition part

The table 4 shows and summarizes the process carried out in the thesis.

3.1.1 Lean production analysis of principles

Lean production is set as the basis of the tool. Its analysis was made with seven articles. Reading these articles and linking them with shift planning, it has been obtained some principles as a result of the study. The procedure was split into two steps:

1. A list of principles was taken out from the articles and only the ones that concerns shift planning were considered.

2. An analysis of how many articles talk about each remaining principle was carried out, to calculate the percentage of how many articles mention each principle. However, it has been only considered the ones that get more than a 50%.

The principles obtained after had applied the two filters will constitute the basis of the SPT.

In order to accomplish these lean principles, there are some lean methods and techniques related to shift planning. Thus, these methods were delivered from the same 7 lean articles and same study method.

The techniques and methods will lead the project to how the principles should be applied in the tool.

3.1.2 Purposes of the SPT

The purposes of the SPT come from the lean principles. Therefore, each principle will have its own purposes and they will be the representation of the principles of the tool. The methodology consists of coming out with the objectives that the tool must accomplish from the principle basis.

3.1.3 Study of competition

The study was made split into two steps. The first one is to identify which software are going to be analysed and the second one is the individual analysis of the features.

To start with, 20 software were collected in a list. They were taken from the internet after typing “Shift schedule software” in Google. The 20 firsts companies that appeared were chosen for the study. The filters used are functions considered indispensable for the tool because they represent the Industry 4.0 features. These filters are:

- Auto-schedule: It is the shift schedule done automatically by the tool. Therefore, it alludes to the autonomous decision feature after having analysed the data.
- Communication platform: It is the platform with which the workers can communicate with each other. It refers to the connectivity in between the shop floor and to the service orientation because it makes a more participative process.
- Data analysis: Are the reports shown after the data was analysed. It means the collection and the analysis of data and, also, the connectivity.

Applying the three filters, the resulting software were analysed one by one. The functions chosen were taken from a list written with all the functions offered by these five software.

Nevertheless, the final analysis was done with the functions shared by more than one software.

3.1.4 Industry 4.0 analysis of features

To integrate the SPT in a smart factory, it is necessary to know which Industry 4.0 features can be used in the SPT. In order to get them, it has been analysed in a similar way as in 3.1.1. So, 8 new articles that talk about Industry 4.0 were taken for the study.

Therefore, first it has been noted down all Industry 4.0 features found in the texts and removed the ones that didn't have anything to do with the shift planning purposes. Afterwards, only the ones that overcome a 50% of the second filter were considered.

Industry 4.0 technologies will look for accomplishing the purposes of the tool by providing some functionalities that are only possible because of its development. Hence, while the lean principles are the basis of the tool, Industry 4.0 features will be the instrument capable of making possible the goals.

3.1.5 Functions of the SPT

The functionalities will come from two sources: the Industry 4.0 features and the study of competition. At the same time, the development of the functions must take into account the purposes set previously. So, the functions will be established having in mind all these factors.

3.2 Integration and verification

The goals of this part are two. First to integrate the SPT in the shop floor management tool of the Center für Industrielle Produktivität of the Technische Universität Darmstadt. Second, to validate the development of the functions by interviews made to 12 different manufacturing plants.



Figure 5: Structure development of the SPT. Integration and verification part

3.2.1 Integration and design in the SPMT

The integration will be done by identifying the points that both tools have in common. Afterwards, the SPT will be designed similar to the SPMT with the help of the programme Proto.io. The screens designed will contain the functions and requirements and will have as objectives to be simple and intuitive.

3.2.2 Validation and feedback

This part contains 12 interviews did by a questionnaire to different workers of a manufacturing plant. The approach followed is a qualitative approach because it consists of collecting experiences from different people. The methodology for the analysis of the answers is explained in 2.5. From the data collected, it has been carried out an analysis split in two: one more graphically and the other one with more conclusions explained the different cases.

4 Development, integration and validation of the SPT

This part of the thesis explains the development of the tool. It accounts for the functionalities and how, step by step, they have been taken out. Besides, it implements the tool into the SFMS of the CiP and shows with pictures how has been the tool designed. In closing, it validates the study done by interviewing several workers, which work is to plan the shift schedule, of different companies.

4.1 Lean Production

The aim of lean production in shop floor management is to minimize waste and achieve continuous improvement. Its principles search for efficiency and lead time reduction, at the same time as manufacturing high-quality products. These characteristics and principles are the ones wanted and needed to develop a useful shift planning tool. Hence, to reach the goals established, lean philosophy will set the basis of the tool.

4.1.1 Lean production literature analysis

The first step to start building the basis of the tool is to take out from lean literature the principles that concern shift schedule. It is already said in 4.1 that there are some principles and characteristics that come intrinsic with lean philosophy. However, this study is carried out through 8 lean articles with the aim of obtaining the principles that are really related with shift schedule.

Applying both filters explained in 3.1.1 only three principles remained. These are; observation, employees and dynamic structure. Nevertheless, the two terms; continuous improvement and waste minimization were mentioned in all the articles. The reason is that all the other principles lead to these two terms. Hence, the three principles left will constitute the basis for the shift planning tool, but they are always looking to accomplish the other two terms.

| Article | Author | Year | Employees | PRINCIPLES | | | | METHODS | | | |
|--|---|------|-----------|-------------------|-------------|-----------------|---|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------|
| | | | | Dynamic structure | Observation | Standardization | Development of workers skills and potential | Counter measures and indicators | Daily routines and shift meetings | Multi functional teams | |
| Learning to Lead at Toyota | Spear, Steven J. | 2004 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | |
| The process model for Shop Floor Management Implementation | Hanenkamp, Nico | 2010 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | |
| The next generation shop floor management | Hertle, Christian ; Stedeholfer, Christian ; Maternich, Joachim ; Abele, Eberhard | 2017 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| Lean production | Warneck, H.J. ; Hüser, M. | 1995 | 1 | | | 1 | | | | | |
| Neue impulse für die Verbesserung in der Werkstatt | Hertle, Christian ; Hambach, Jens ; Weßner, Rossman, Sven ; Maternich, Joachim ; Rieger, Jürgen | 2017 | 1 | | | 1 | | | | 1 | |
| Das darmstädter shop floor management-model | Hertle, Christian ; Tisch, Michael ; Metternich, Joachim ; Abele, Eberhard | 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| Link mechanism within the Lean Enterprise | Dombrowski, Uwe ; Krenkel, Philipp ; Ebenreich, David | 2016 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| | | % | 85,71 | 85,71 | 71,43 | 85,71 | 57,14 | 85,71 | | 57,14 | 42,86 |

Table 1: Lean production literature

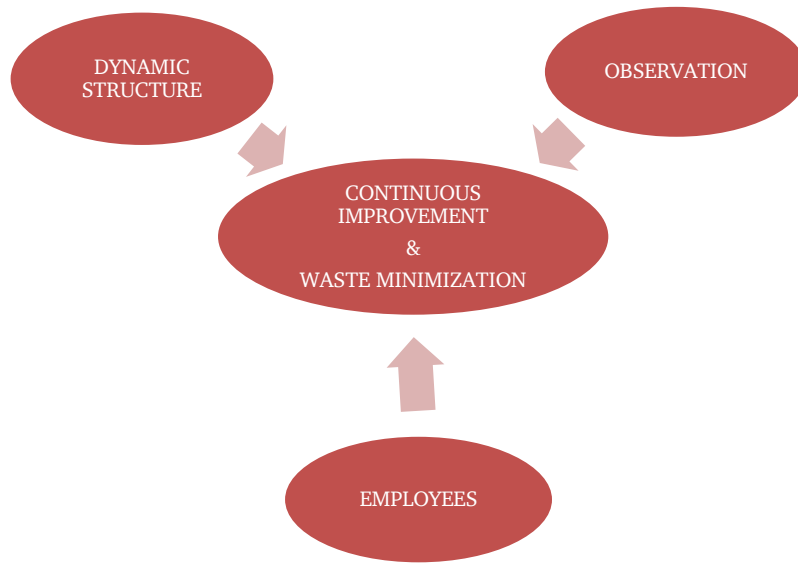


Figure 6: Lean principles for the SPT

For the correct implementation of the principles, it is necessary to use some methods and techniques. The same procedure was used for taking them out. Therefore, applying both steps described before, five terms came out. These are; multifunctional teams, standardization, counter measures and KPI, daily routines and shift meetings, and development of skills and potential.

Each method has something to do with one or more principles. Thus, standardization and counter measures and KPI are part of the dynamic structure: first the process must be standardized and then, it must have some results to compare. However, measurements and KPI are also related to the observation procedure because it is necessary to make an analysis of what has been achieved and what is the deviation to solve the problems. Both methods have acquired the highest percentage in the table. That is because they are considered as very important steps in lean procedures. Regarding the other three, the percentage is clearly lower, and it is obvious that for example, daily routines and shift meetings doesn't have the same weight in lean production than standardization, so they are not at the same level. Nevertheless, they are methods also indispensable and helpful. For example, without the development of worker's skills and potential, it wouldn't be possible to solve problems at all levels.

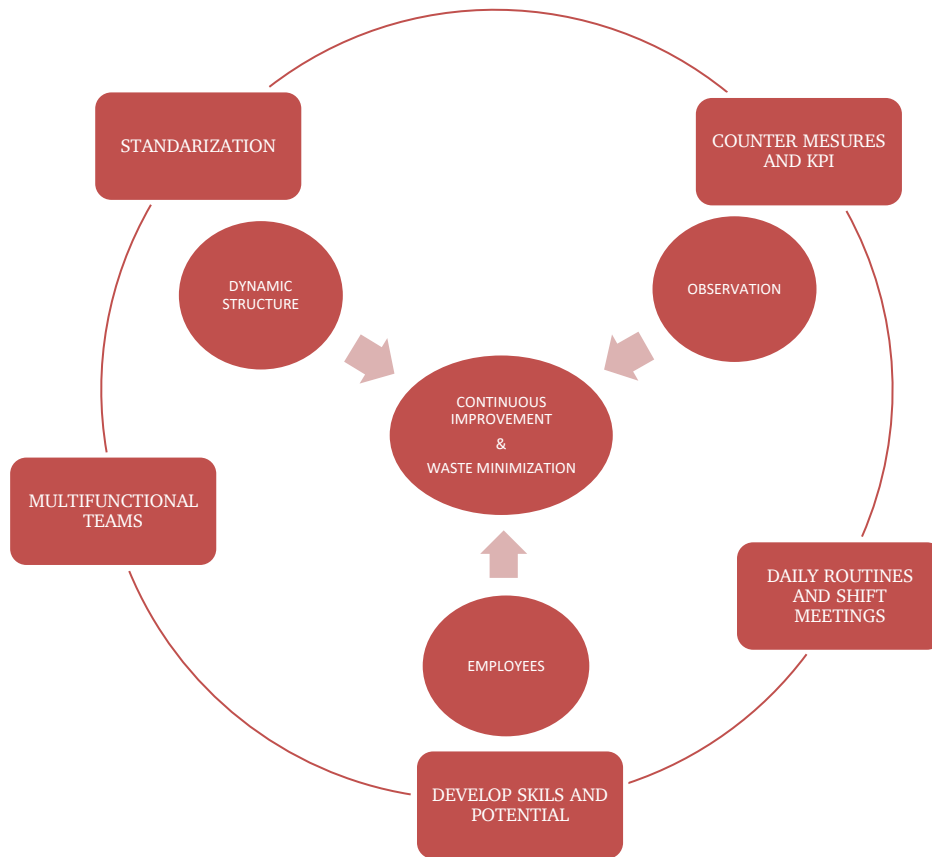


Figure 7: Lean principles and methods for the SPT

4.1.2 Lean production related to shift planning

According to the first filter, the principles and techniques chosen are linked to shift planning. Hence, they all must provide something to the tool.

Observation

One way to achieve continuous improvement is by direct and indirect observation. That refers to the entire understanding of the manufacturing process. In shift planning, observation can be performed by analysing data, such as indicators, having a direct visualization of the shop floor, or scheduling daily routines and meetings to discuss and make correct decisions.

There are some indicators, about workers, as well as about machines or processes, that can help to organize resources. Some examples of shift planning indicators could be the hours worked by an employee in a month, the productivity or OEE of a machine, or the skills of each employee. Through this collection of data, the plant manager can observe who is the best worker for each task and in which work place they should work. This can optimize the schedule work, besides of preventing from failures and save time.

Dynamic structure

In relation with counter measures and indicators is the second principle: dynamic structure. Shop floors need to be more prepared for changes because of the development of the global market through a more customized world. To be prepared, the structure of the shop floor requires dynamism. This implies to be organized as a closed loop: processes are standardized, and data is collected to make decisions and improve the results. The standardization of processes refers to a method previously established, accepted and followed to realize activities and functions. After having a process standardized is simpler to identify deviations by the data collected. That way, the manufacturing process can be adapted to the market, and therefore, more flexible.

Employees

Workers are the driver for changing, thus, to improve work they must be motivated. It is very important to empower employees by getting out their maximum potential. For instance, if the schedule is made so one worker is in a work place where he is not very productive, the situation can discourage him because he was not well trained, or he has other skills that are not being used. Although the organization of employees on the shop floor must be in groups. Hence, each worker provides his skills and potential to the team.

4.2 Purposes of the SPT

According with 4.1 lean production will be the basis for the development of the SPT. Therefore, as it is said in point 4.1.1, the tool will be based on observation, employee and dynamic structure principles. The SPT is thought for a Smart factory. This is the reason why, the purposes of the tool will be achieved with Industry 4.0 technology.

The purposes will be subtracted from the three principles. That way, the SPT main objectives will be built from the lean basis. Following this procedure, six purposes of the SPT were taken out.

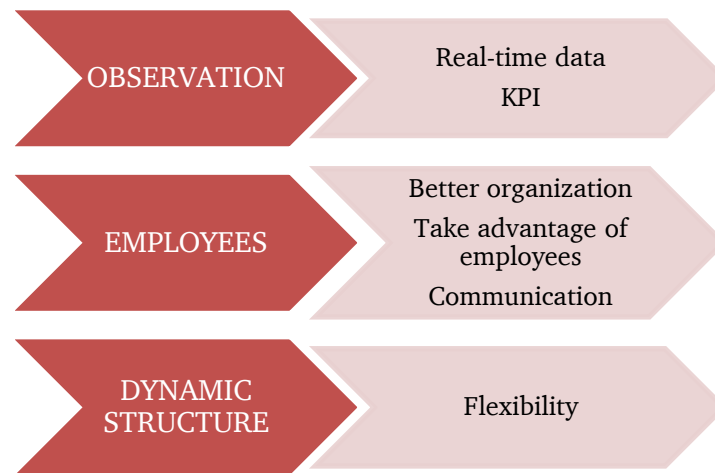


Figure 8: Purposes of the SPT and its relationship with the lean principles

4.2.1 Observation purposes

In the shift planning it is necessary to have observation of data with 2 objectives; to make decisions in the moment if something doesn't go as it was scheduled, and to perform a continuous improvement of the schedule by analysing the data collected and observing which could be the best option. For this reason, the tool needs to collect on one hand, data in real time, and on the other hand, KPI to build a database.

4.2.2 Employee purposes

It has been already explained the importance of worker motivation in the process. The SPT must encourage workers with three purposes.

It is vital to get a benefit from employees' potential, and train them to develop his skills. However, it is also essential to give them the right work place and task. That is why it will be a goal of the tool to take advantage of all employees. Furthermore, another way of encouragement is by developing a communication system between the workers of all levels. It is a way of implicating them in a more participant system, where they can ask for requests or communicate in between the teams to make shift swap for example. The SPT must provide and assure a better organization of the shift schedule, providing a more structured and efficient way.

4.2.3 Dynamic structure purpose

The dynamic structure principle leads directly to the characteristic of flexibility. This objective yields to a possible changeable SPT. Thus, if there is need of making some changes and for example, switch schedules to adapt them to the new production plan, it will be possible.

4.3 Study of competition

Before the development of the tool, a study of the software that are now in the market has been carried out. The purpose of this study is to analyse the features that are being offered nowadays, and identify which ones are missing and could be possible to have thanks to Industry 4.0. Applying the three filters, Fig 9, only five software out of 20 remained.

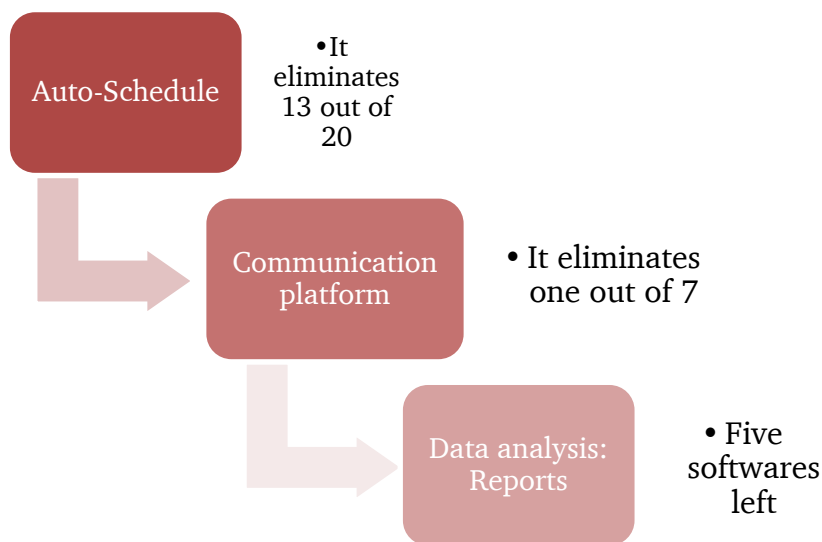


Figure 9: Filters applied to the study of competence

These five software will be analysed individually with the functions chosen and explained below.

- Multi view and location: Possibility of choosing the view depending on what is the preferred option. Usually, the views are per week, month, worker or work location.
- Shift coverage: Refers to the position, skills and qualifications of each employee.
- Warnings: The tool warns its users if something changes in the schedule.
- Best employee: With the data collected and analysed, the tool can make suggestions about who can be the best worker depending on the shift.

-
- Online schedule posting: The shift schedule is posted and can be checked by workers online.
 - Role-base access: Different accesses to the tool depending on the position in the company.
 - Labour cost control: Control of the costs depending on the schedule made and the different labour contracts of each worker.
 - Employee ability to work: Possibility of writing the preferences for work.
 - Planned and record work hours: Parameter that can be collected from each worker to have a control of the working hours.
 - Time-attendance system: To control the attendance, deletes and hours worked.
 - Control of overtime: Control of extra work time.
 - Track employees training: Control of the remaining training of each employee to improve its skills.
 - Shift swap request: Possibility of swap a shift with another worker by making a request that can be accepted or not by the person in charge.

According with the results obtained there are some functions that seems almost indispensable because of its high percentage. However, there are others that didn't obtain such a result. However, the fact that some functions didn't get a high percentage doesn't mean that they are not important for the development of this tool. For instance, shift swap request got a 60%, however it is a way of making the schedule more suitable for all workers. Consequently, even if the last decision comes from the plant manager or team leader, the shift swap request is a function with which the workers can participate in their own schedule.

Most of the functions took from the study of competition should be in the SPT, because they are key functions to get a good shift schedule. However, there are other functions that are missing. These will be explained in the following chapters.

| SOFTWARE | Snap Schedule 365 | Mitrefinch | Deputy | Shiftboard | Humanity | % | |
|-------------------------------|----------------------|------------|--------|------------|----------|-----|--|
| FUNCTIONS | | | | | | | |
| Multi-view and locations | 1 | | 1 | 1 | 1 | 80 | |
| Employee features | 1 | 1 | | 1 | | 60 | |
| Warnings | 1 | 1 | | | 1 | 60 | |
| Best employee | 1 | 1 | 1 | 1 | | 80 | |
| Online schedule posting | 1 | 1 | 1 | 1 | | 80 | |
| Role-based acces | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 | |
| Labor cost control | 1 | 1 | | 1 | 1 | 80 | |
| Employees ability to work | | 1 | 1 | | 1 | 60 | |
| Planned and record work hours | 1 | 1 | | 1 | 1 | 80 | |
| Time-attendance system | | 1 | 1 | 1 | | 60 | |
| Control of overtime | 1 | 1 | | | 1 | 60 | |
| Tranck employees training | | 1 | 1 | | | 40 | |
| Shift swap request | | 1 | 1 | 1 | | 60 | |

Table 2: Study of the functionalities of the softwares selected

4.4 Industry 4.0

The integration of Industry 4.0 in the shop floor transforms it into a connected and digitalised environment. The shift planning can reach to another level because Industry 4.0 technology optimizes every lean method and technique.

If the purposes established are the representation of the lean basis in the SPT, Industry 4.0 technology will be the one in charge of carry them out. In other words, Industry 4.0 features will help to reach the objectives by offering functions that are only possible in such environment as a Smart factory.

4.4.1 Industry 4.0 literature analysis

The second analysis has been made regarding Industry 4.0 literature. The procedure is the one explained in 3.1.4.

| INDUSTRY 4.0 FEATURES | | | | | | | |
|---|---|------|--------------|----------------|----------------------|---------------------------------|---------------------|
| ARTICLE | AUTHOR | YEAR | Connectivity | Virtualization | Autonomous decisions | Collection and analysis of data | Service orientation |
| Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios | Otto, Boris ; Pentek, Tobias ; Hermann Mario | 2015 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| The expected change in the actual paradigms | Cohen, Yuval ; Faccio, Maurizio ; Galizia, Francesco ; Mora, Cristina ; Pilati, | 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Job shops schedules analysis in the context of industry 4.0 | Rocha Varela, Leonilde ; Machado, José | 2017 | 1 | | | 1 | 1 |
| Integration of Industry 4.0 in Lean Manufacturing Learning Factories | Bauer, Harald ; Brandl, Felix ; Lock, Christopher ; Reinhart, Gunther | 2018 | 1 | | | 1 | 1 |
| Smart factory for industry 4.0 | Hozdic, Elvis | 2015 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Smart Manufacturing: Characteristics, Technologies and Enabling Factors | Mittal, Sameer ; Romero, David ; Ahmad Khan, Muztoba ; Wuest, Thorsten | 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Industry 4.0 impacts on lean production systems | Wagner, Tobias ; Herrmann, Christoph ; Thiede, Sebastian | 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | | 1,00 | 0,71 | 0,71 | 1,00 | 0,57 |

Table 3: Industry 4.0 literature and study of features

Once both filters were applied, it only remains five features. These features are: connectivity, real-time data collection and analysis, virtualization, decentralization and service orientation.

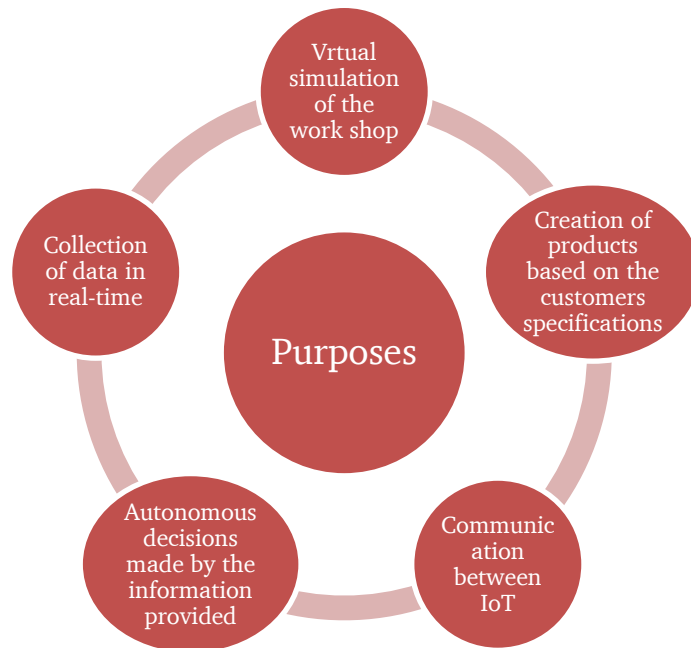


Figure 10: Industry 4.0 features of the SPT

As it can be observed in the table, some features such as connectivity and real-time data have obtained 100% of the qualification. It is not a coincidence that both features are one of the more decisive for Industry 4.0 processes in general, and hence, for the SPT. The developing tool wants to offer a whole connection of the shop floor resources with the objective of getting a better organization of timetables. Besides, to improve those timetables, it is necessary to collect indicators.

On the other hand, the other features obtained by the analysis contribute in some way to the implementation of the purposes. For instance, after having analysed the data, the tool can make some autonomous decisions that can help the person in charge of the schedule to better organize or to take more advantage of the workers. For example, the SPT can suggest some workers for some specific shifts.

The five features explained will represent the instrument needed to reach the purposes of the SPT. However, they are not directly related to only one of the purposes, but each Industry 4.0 feature contributes to more than one. The relations between the purposes and the Industry 4.0 features are graphically shown in Fig 11.

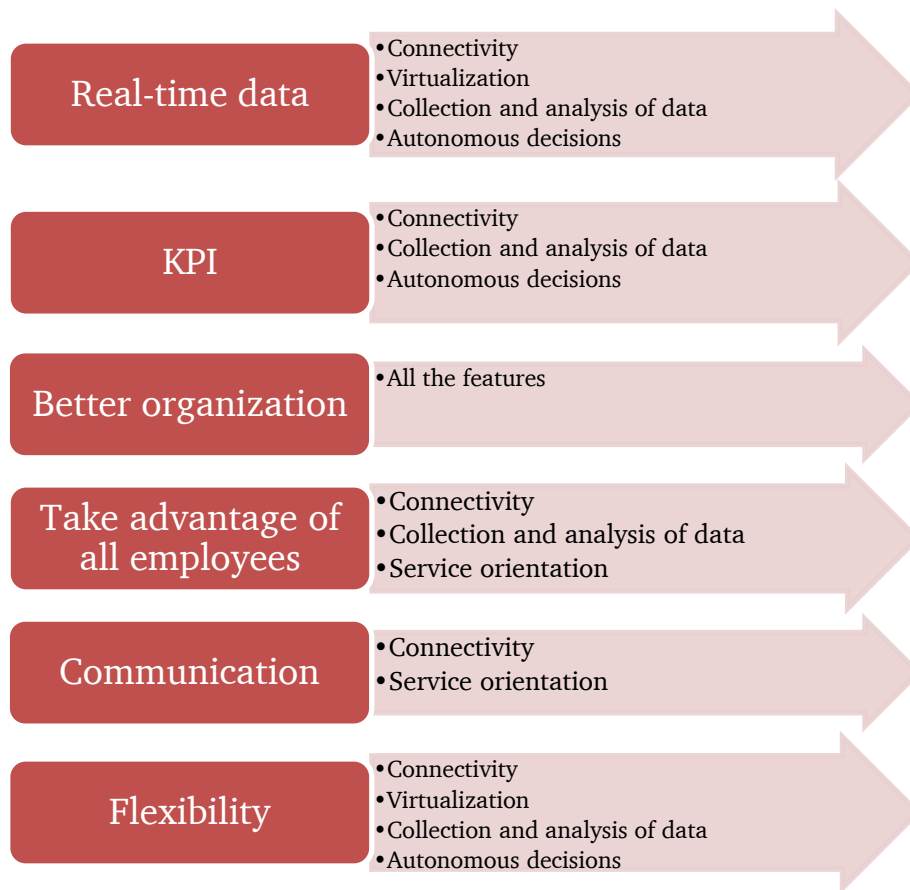


Figure 11: Relation between the purposes and the 4.0 features

4.4.2 Industry 4.0 related to shift planning

According with 4.4.1, Industry 4.0 technology supports lean production. The features that were mentioned in 4.4.1 make possible the implementation of the purposes and optimizes the methods used, making the process more stable and transparent.

Connectivity

Connectivity refers to the connection, by the cyber-physical system, of all the Smart devices. It makes possible the communication in the shop floor. In terms of shift planning, it implies to have a human-machine communication or a communication platform for the workers to make suggestions or requests for example. This connection is the key to have a visualization of the resources and link them to the production plan, in order to have an idea of how the schedule should be. Moreover, the communication platform increases workers' participation in the manufacturing process, and hence, it can empower its work.

Collection and analysis of real-data

It was explained before in 3.1.2 the importance of indicators. This collection of data can be done because of Industry 4.0 technology. In addition, it can be collected in real-time, so decisions can be made at the time if there is, for example, a failure. To take measurements

on the shop floor, there must be sensors implanted. These sensors get the information that can be interesting for the shift planning. Examples of these indicators could be the real-time location of a worker, the status of a machine or the production manufactured at that time.

After the collection, there is an analysis of the data. The analysis can be made either by employees or Smart devices. On one hand, the analysis made by employees can help to improve decisions such as which employee should go where or to add more shifts if it is necessary. These indicators must be of easy access, very visual and functional. On the other hand, machines can carry out autonomous decisions considering last performances. Moreover, the collection of data allows to create databases that can be consulted whenever it is necessary.

Autonomous decisions

The information is provided and afterwards processed. This process leads to decisions made automatically by actuators. The information can come from the analysis of the data collected or by a worker such as a shift swap request. The autonomous decisions make a more dynamic system, where it is possible to be adapted to changes.

Virtualization of the shop floor

It is very important to have a visual understanding of the shop floor. That way, it is possible to observe the workers and the machines that are working. The virtual copy of the shop floor shows a complete picture adding to its parameters. Like that, Industry 4.0 provides a direct observation by showing what is happening, and an indirect observation by indicating the parameters.

Service orientation

Service orientation refers to the creation of products based on customers specifications. In the case of a SPT, the customer that participates in the process are the employees that work on the shop floor. Workers take part of their own shift plan schedule by noting down their preferences. Another way of being more involved is by requesting for swap shifts to the supervisor. Service orientation in that case is directly related with the employees principle, because workers can be more engaged in their own shift planning by letting them participate in an organized way.

In conclusion, Industry 4.0 features, construct a more flexible manufacturing system. For the SPT, it offers a connexion of all the resources and the collection of data necessary to

schedule the plan. It builds a virtual copy, capable of communicating if there is an error and improves the communication between workers of all levels among other things.

4.5 Functions of the SPT

The functions are the representation of the purposes in the SPT. In other words, the purposes will be reached thanks to the functionalities of the tool. Industry 4.0 technology is responsible of setting the objectives into real functions that can be used. However, at the same time, the functions developed try to take the most advantage of Industry 4.0 technology.

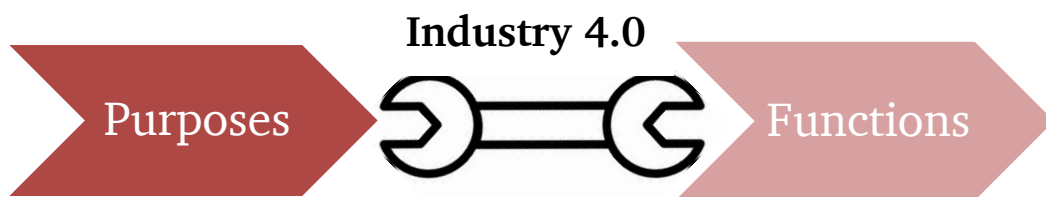


Figure 12: Relation between the purposes and the functions of the SPT

Some of the functions are already in the market, offered in some of the software analysed before. Nevertheless, other functions have been thought as future shift planning challenges, to adapt the shift planning to how it's going to work a smart factory.



Figure 13: Origin of the functions of the SPT

The functions can be divided into different groups.

4.5.1 Data functions

These functions gather the necessary data to have a following analysis of it. This data can be collected in real-time or save it to check it afterwards.

KPI

To make clearer and easier what has been achieved, the KPI are shown in the dashboard. There exist different indicators that can help to improve future decisions. KPI's can be collected from different resources of the shop floor such as machines, workers or even the production figures. Some examples are: percentage of requests accepted, productivity of the machines, vacancies days or hours worked per month, etc.

Virtual copy of the shop floor

With the virtualization of the shop floor, it is possible to show real-time data such as where the workers are placed, who is working in each location or the status of the machine that are working. This makes more simpler the observation of how all is organized on the shop floor.

Historical data

The tool must be based on the data collected, so the choices can be made after having analysed the data and know which are the best options. Moreover, with the data it is possible to elaborate reports that show the improvement made or the problems solved and not solved. It helps the software to make suggestions or to auto-schedule based on the past performances. For example, the tool would suggest who could be the best substitute for last minute changes or can make the schedule for the next week considering the data.

Skills and qualifications of workers

In order to fit the employees in the right work place, it is important to take into account its qualifications and potential. That way, if all are saved in the tool, the planner can have a visualization of it and schedule according to the skill matrix.

Real time view of the production

It could be an important function for some companies to have a visualization of the production reached at the moment. That way, it would be possible to react and call workers in standby if it is necessary.

4.5.2 Workers functions

These functions are set for improving workers' life work balance and its participation in the management of shifts. The objective is to have an organized structure where workers can be more informed and feel more implicated in the process.

Role-access

Role-access to the tool must be differentiated. It must depend on the worker position inside the company. Therefore, what you can access is different if it is a team member or the

manager. For example, if it's the manager, she or he would have in the dashboard the KPI's, the production data and the skills of each worker, however, if it is a worker, this information will be kept.

Warnings and synchronization

The application needs to be synchronized everywhere. That way workers are able to check their schedule online with the application. Furthermore, the tool sends warnings to the members in case of changes in the planned schedule or to notify when the shift starts.

Messenger and call platform

The communication between workers must be done in a simple way and from everywhere. For this reason, the communication platform serves to talk to your team members, the leader or with the plan maker and ask whatever is necessary.

Ability to work

Another function that is important to make a more implicate process, is to let the employees write down its preferences to work. That way, the planner will consider some personal workers needs when it comes to the schedule.

4.5.3 Schedule process functions

These functions help directly to the shift schedule. They optimize the schedule system providing a better organization and a well-structured process.

Production plan

The first step to make the schedule is to plan it according to the production plan. For this reason, it will be useful to have the production plan connected to the SPT. This function is useful for two reasons: first, if the production plan varies because of a change in the costumer's demands, it will be possible to reschedule the shifts and second, to schedule the shifts depending on what is needed to produce.

Planning of each work location

For a deeper planning of each shift, this function covers the daily timetable. According to this, the team leader can order special tasks to workers or allocate them in another work place in the chain for example, if the production objectives changes because of a failure.

Schedule by groups

To simplify the schedule, it is better to plan by groups. Planning like that, it will be possible to assign a part of the chain to one team and then the leader will distribute the tasks.

Conflict warnings

The conflict warnings alert about problems in the schedules made previously. It is necessary to avoid overlapping of shifts, lack of employees or even if the person in charge is assigning a work place to a worker who doesn't have the skills.

Publishing dates

Automatic publishing dates so the workers can have time to organize themselves and their own life balance.

4.6 New challenges of the tool

Some of these functions were developed to take more advantage of the Industry 4.0 technology. The schedule was thought to be planned considering some factors step by step. Nevertheless, after the schedule is made, there are some other functionalities that also pursue the purposes.

It is significant, as something new for this tool, to have the production plan synchronized. There are two reasons for this. First, because with the production plan it is possible to set the schedule depending on the resources. Second, because if the production plan varies, the tool will warn, and it will be possible to make changes. Therefore, the first step in order to plan the shift schedule is to have the production plan available in the tool.

To continue with, everything needs to be scheduled depending on the machine parameters, number of workers available and processes needed, in case there is more than one in the shop floor. The tool has all these indicators saved, such as the productivity or OEE of the machines, the skills and qualifications or work preferences of workers, and the time estimated to work. With all these parameters, the tool will advise the plant manager not only which worker is the more suitable according with its skills, but if it is necessary to add another shift.

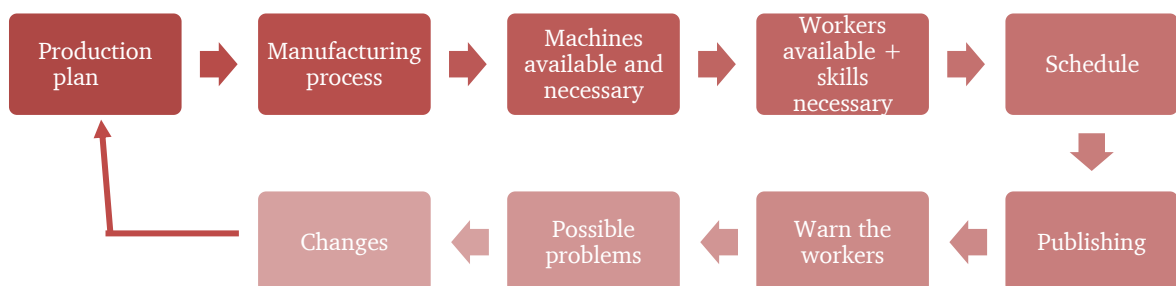


Figure 14: Schedule process of the SPT

Once the schedule is made considering all these, it can be published for the workers to see it. The tool will have publishing due dates, so the workers can organize its work life-balance better. After being published, the shift schedule can be changed if it is necessary. There can be different reasons to remake the schedule. For example, workers can request for swap shift, or a failure in one of the machines that delays the production plan, or a new customer demand. However, if there is a change made by the manager, the tool will be automatically updated and all the workers who have something to do with these changes, will be warned by a message.

Besides, Industry 4.0 industry provides real time-data. This data procures a virtualization of the shop floor and hence, a better organization of its resources. For example, having the production data, the workers' locations or the machine status, the plant manager can react to problems and improve the performance to reach the production plan objectives.

Indeed, there is another part of the shift schedule, which organizes a more detail plan of the workers. The idea is to have a platform where daily tasks can be given to workers, so they can perform them, or for example, schedule shift meetings to discuss and solve problems. This function works more for manufacturing plants that have different processes and there are some tasks and actions that they must prioritize each day. With this function, the team leader can distribute and organize better, and each worker has in its application the things to do. Indeed, even if the task is performed or not, the worker should report it. Hence, if there is a problem, the worker should note down the reason why the task had not been done, such as if there is not time enough in the shift to perform all the tasks, or if the problem comes from the previous shift, etc. Of course, this data has to be analysed by the team leader or the manager to solve the root problem.

The theoretical development has been carried out step by step as it is described in 3.1. This procedure, briefly show in table 4, has finally ended up with the requirements of the product. Therefore, this part of the thesis corresponds to the left V shape, because it has gathered information with the aim of building the product requirement document.

The table 4 summarizes the procedure followed to come out with the functions. It relates each step with the next and the previous one and gives a little description for the terms used in the project. The functions are underlined with different colours. The black colour shows the name of the function and the red colour underlines the objective.

| LEAN PRODUCTION PRINCIPLES | PURPOSES | INDSUTRY 4.0 | FUNCTIONS |
|---|--|--|--|
| <p>OBSERVATION: Understand how the process should be and learn to improve it by different direct and indirect observation methods.</p> | <p>REAL-TIME DATA: Data collected from the process and resources to be efficient and make decisions in the moment.</p> | <p>show in the dashboard the <u>KPI</u> to analyse what is has been achieved and improve <u>future decisions</u>. KPI: Control of hours worked and overtime Acceptance of workers requests</p> | <p>saved <u>worker's skills and qualifications</u> to fit them in the <u>right work place</u>.</p> |
| | <p>KPI: Measures of the process to observed what it has been achieved, analyse it and make a continuous improvement of the result.</p> | <p>CONNECTIVITY</p> | <p><u>Virtual copy</u> of the work shop to see where the machines are, if they are <u>working at the moment</u> and <u>who is working there at the moment</u>.</p> |
| | <p>BETTER ORGANIZATION: More structured, efficient and connected way of organized employees shift.</p> | <p>COLLECTION AND ANALYSIS OF DATA</p> | <p><u>Messenger and call platform</u> to communicate <u>workers-workers</u> and <u>workers-manager</u> from <u>anywhere</u>. For example, for shift wrap request.</p> |
| <p>EMPLOYEES: Workers of the shop floor that need to be empowered to improve its work.</p> | <p>TAKE ADVANTAGE OF ALL EMPLOYEES: Capacity of choose the best area of work for each employee depending on its skills and potential.</p> | <p>AUTONOMOUS DECISIONS</p> | <p><u>Role-access</u> to the tool.</p> |
| | <p>COMMUNICATION: Connection between the employees and them with the manager</p> | <p>VIRTUALIZATION</p> | <p>shift planning based on <u>historical data and reports</u>. For <u>suggestions</u> from the software <u>Auto-Schedule</u> <u>Best substitute for last minute shift changes</u></p> |
| | <p>DYNAMIC STRUCTURE: Closed logic loop made as a cyber-physical system that communicates the shop floor resources, collects data and make decentralized decisions to improve the results and adjust it to the market demand.</p> | <p>SERVICE ORIENTATION</p> | <p>Automatic connection with <u>customer orders</u> to make a schedule based on the <u>production plan</u>. <u>Real-time</u> application to make <u>warnings</u> to the workers, for instance, of when do they have to work or updated shifts and be <u>synchronize everywhere</u>. <u>Real-time view of production</u> to <u>react and call</u> workers in standby. <u>Schedule by groups</u> to give orders <u>easier and better organize</u>. Employees <u>register their ability to work</u> and suggestions to <u>consider its schedule personal needs</u>.</p> |
| | <p>FLEXIBILITY: Capacity of being adaptable in the production process by the industry 4.0, which gives you the modularity feature.</p> | | <p>Schedule <u>conflict warnings</u> for instance, to don't overlap two different workers in the same work place, let a sufficient shift rotational time and labour contract conditions. <u>Free hours</u> to be chosen by workers in case the shift is convenience for them. <u>Due dates for publishing</u> the schedules to let organize the workers their own <u>work-life balance</u>. <u>Planification of the work station planning</u> to better organize the <u>work hours of the workers</u>.</p> |

Table 4: Overview of the development of the SPT

4.7 Integration into the shop floor management tool

The SFMT and the SPT are perfectly compatible tools that can match one with each other. Both are integrated into a Smart Factory with the goal of improving the shop floor management. Therefore, each tool has its own functions and objectives, but they also have some points in common.

With the purpose of integrating the SPT, there are some functions coming from the SFMT that can be used for both. These functions are: the communication centre and the people and training.

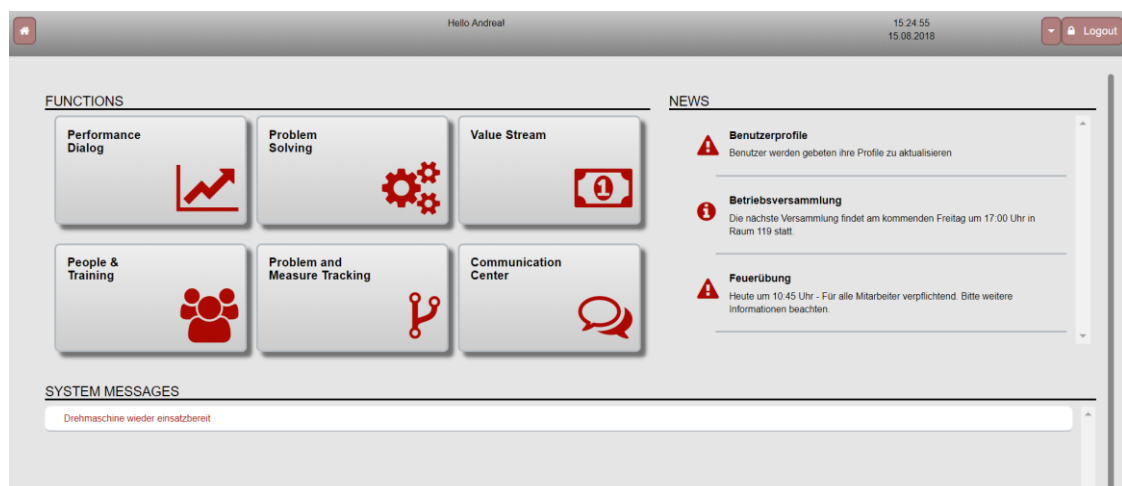


Figure 15: Main menu of the SFMT

4.7.1 Communication centre

The communication centre has the same objective than the communication platform named before in the thesis. It can send messages to the members of the tool, has an inbox for each user and open chats. Furthermore, it can be checked from everywhere, so it fulfils the requirement mentioned in the last point. In that case, it will not be necessary to have two different platforms that serve for the same purpose, but only one. To differentiate the messages that come from the SPT with the ones that comes from the SFMT it can be possible to have different colours for each. That way, even if the messages enter to the same inbox, the user can visualize better from where it comes from.

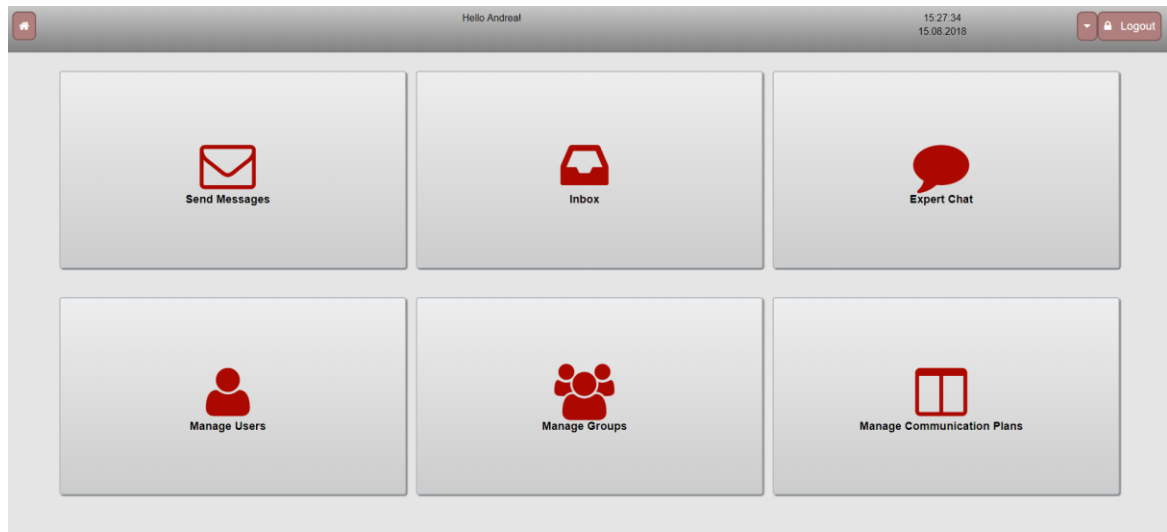


Figure 16: Communication center screen of the SFMT

4.7.2 People and training

This part of the tool refers to the skills of the workers of the shop floor. It shows the qualifications for each worker in each work place. Besides, it counts with the remaining training. This dashboard can be the same for the SPT. That way, it will be linked to both tools, so if anything changes it can be visualized and updated in the two platforms.

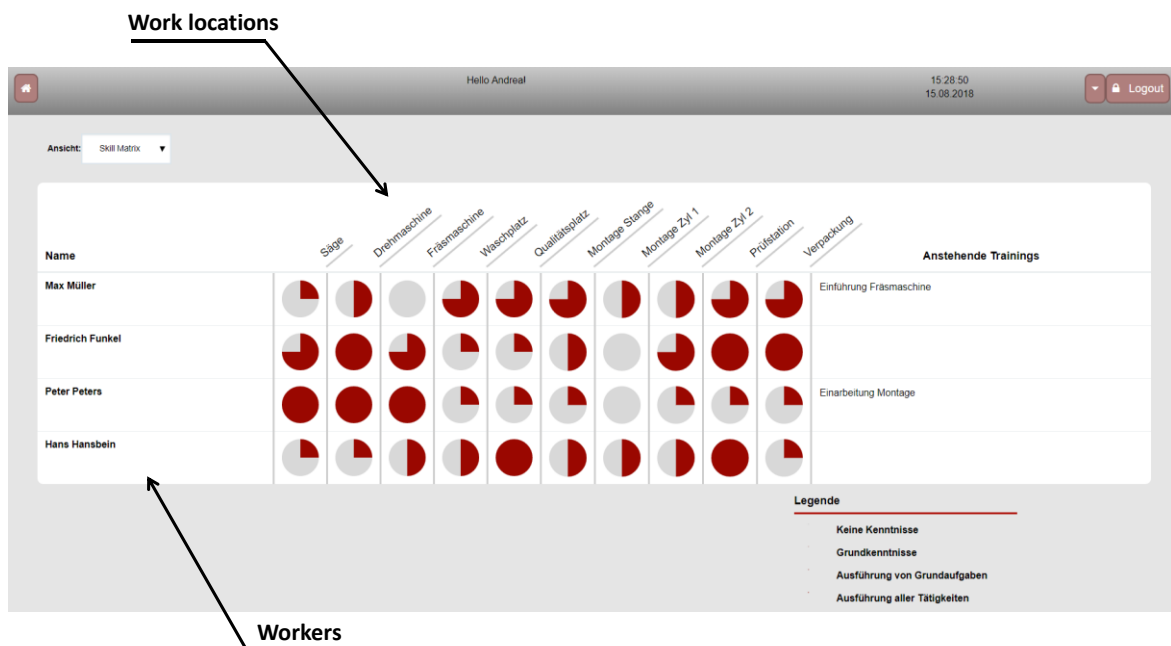


Figure 17: Training and skills screen of the SFMT

4.8 Design of the SPT: Proto.io

The application has been designed with the prototype design tool called Proto.io. With the help of Proto.io it has been possible to create a design of how the tool should be and how it should work. The design was made having in mind that we are looking for a simple and interactive tool. According to this, the main functions are clearly display in the dashboard.

First of all, before entering the main screen, it must be chosen the role-access. Depending on which access is chosen, there will be some functions that will be shown or not. To explain each screen, let's first differentiate between the role access.

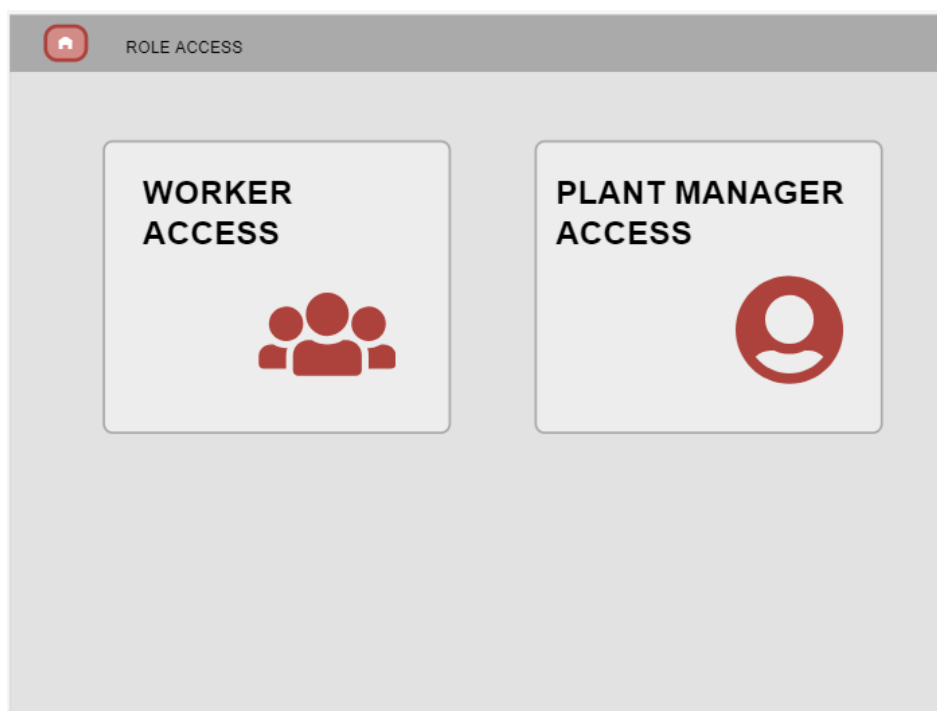


Figure 18: Role access screen of the SPT

4.8.1 Manager access

The manager access is the one that has more functions available, because the plant manager is the one in charge of making the shift schedules. For this reason, the plan manager will need and use all the information and functions of the tool.

The screen that appears after having chosen manager access shows the main functionalities of the tool. These functions are: timetable, planning, skills, shop floor visualization, communication center and users.

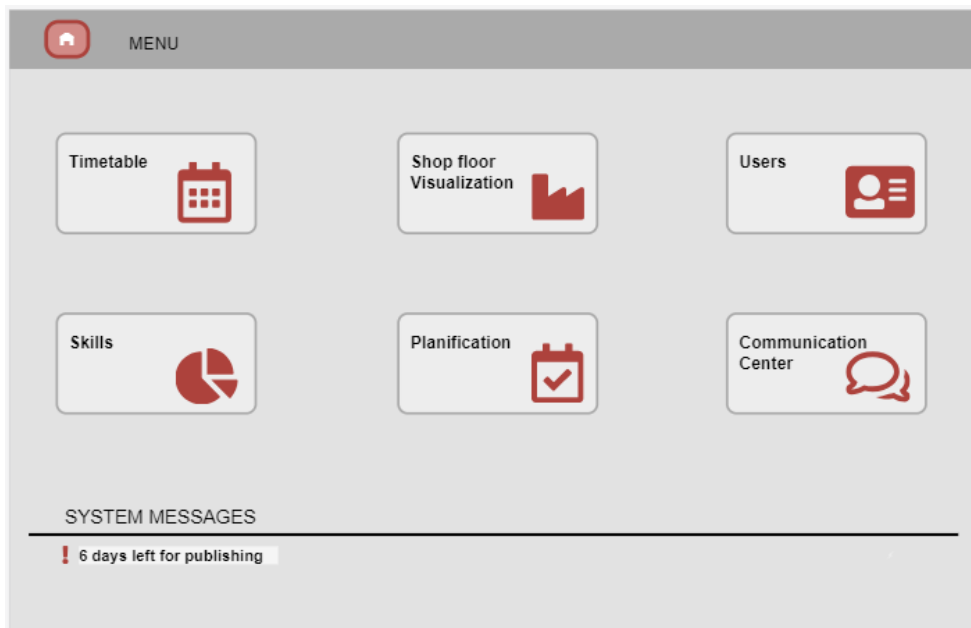


Figure 19: Main menu of the SPT

Timetable screen

The timetable has different functions and views. It is designed so the organization is as simple as possible. For this reason, it has different visualization modes, the shifts are split in three and the colours of each shift made it more visual. Indeed, it counts with the production plan window where it shows the percentage of production covered with the schedule made.

The screenshot shows the 'TIMETABLE' screen. At the top, there is a header with a home icon and the word 'TIMETABLE'. Below the header, there are several tabs: 'Worker', 'Location', 'Week', 'Month', 'Team', and 'Production plan'. A 'Publish' button is located on the right. Below the tabs, there are three shift options: 'Morning', 'Afternoon', and 'Night'. A 'Previous' and 'Next' navigation bar is present. The main area is a grid with columns for 'MONDAY', 'TUESDAY', 'THURSDAY', 'WEDNESDAY', and 'FRIDAY'. The rows represent workers: Henry, Tom, Hann, and Tomas. Each cell in the grid shows a time range and a location. For example, Henry has shifts from 07:00-15:00 on Monday (Sage Kastro) and Tuesday (Indea C65). A red star icon is visible in the Wednesday column for Tom. To the right of the grid is a 'Production objectives' panel for '27/06' showing '100' for 'Production objectives', 'Machines available', 'Workers available', and 'Scheduled' at '30%'. Below the grid is a 'WARNINGS' section with two messages: 'Need more shifts 27/06/18' and 'Change production 28/06/18'. Annotations with arrows point to various elements: 'Different views' points to the tabs; 'Shifts' points to the shift options; 'Request' points to the red star icon; 'Production table' points to the production objectives panel; and 'Visual colours' points to the colored cells in the grid.

Different views

Shifts
The schedule is divided into 3 different shifts

Request
Clicking in the start it can be seen the request for this day and shift

Production table
Shows for each day the production plan and how much it has been schedule to cover it

Visual colours
Red: Not publish yet
Green: Published
Yellow: Not suited for the worker skills

Figure 20: Timetable screen of the SPT

The process for schedule is very simple as its shown in the following pictures.

The screenshot shows a scheduling interface with a grid of workers and shifts. The grid has columns for days of the week (Monday to Friday) and rows for workers (Henry, Tom, Hann, Tomas). A modal window is open for selecting shift hours and location. A callout points to a cell in the grid.

Clicking in one of the rectangles the screen changes to be completed with the shift hours and the work location

| | MONDAY | TUESDAY | THURSDAY | WEDNESDAY | FRIDAY |
|-------|-----------------------------|----------------------------|----------|-----------|--------|
| Henry | 07:00- 15:00 Sage Kastro | 07:00 - 15:00 Indea C65 | | | |
| Tom | 07:00 - 15:00 Indea C65 | | | | |
| Hann | 07:00 - 15:00 Washing | 07:00 - 15:00 Washing | | | |
| Tomas | 07:00 - 15:00 Logistics | | | | |

WARNINGS

- Need more shifts 27/06/18
- Change production 28/06/18

Figure 21: Schedule process. Choice of the shift

Once the information is completed, clicking in the check box, the shift appears as it is shown in figure 22.

The screenshot shows the scheduling interface with the completed shift information. The shift is highlighted in red. A callout points to the red cell.

The shift appears in red colour in the timetable because it is not published yet.

| | MONDAY | TUESDAY | THURSDAY | WEDNESDAY | FRIDAY |
|-------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------|--------|
| Henry | 07:00- 15:00 Sage Kastro | 07:00 - 15:00 Indea C65 | | | |
| Tom | 07:00 - 15:00 Indea C65 | 07:00 - 15:00 Sage Kastro | | | |
| Hann | 07:00 - 15:00 Washing | 07:00 - 15:00 Washing | | | |
| Tomas | 07:00 - 15:00 Logistics | | 15:00 - 23:00 Logistics | | |

WARNINGS

- Need more shifts 27/06/18
- Change production 28/06/18

Figure 22: Schedule process. Shift information completed

When the shift is in red colour is only accessible to the manager. However, publishing the shifts, it can be seen in the worker access too.

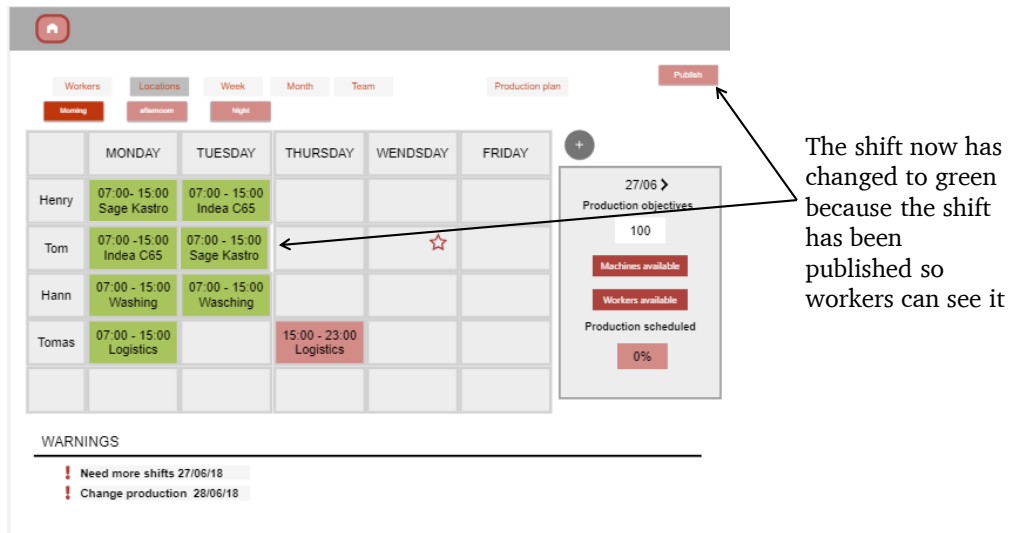


Figure 23: Schedule process. Shift publishing

One warning example could be the situation of selecting a worker in a wrong work place. There could be two options; to change its skills so the worker can be in that particular work place, or to schedule the shift even if the worker hasn't finished its training.

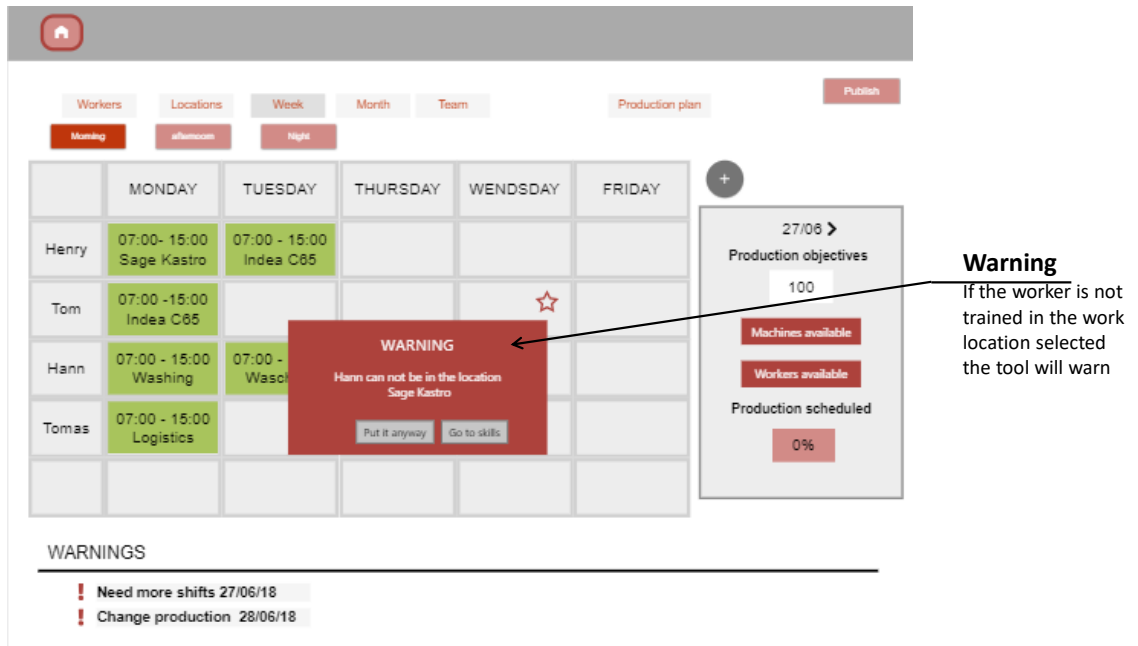


Figure 24: Warning because of lack of skills

There are two options: either the skills are changes in the skill screen, or the shift is scheduled without the necessary skills. If it is the second case the shift will appear as in figure 25.

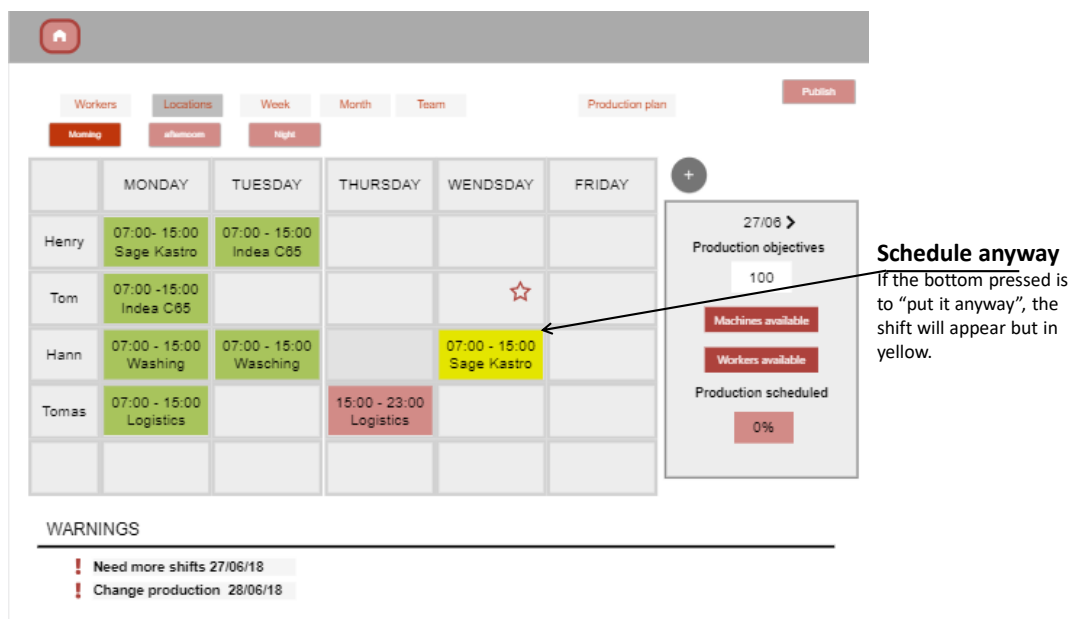


Figure 25: Schedule a worker with not enough training

In case one worker makes a request, a start will appear in the timetable, so it can be tapped, and the preference message will appear.

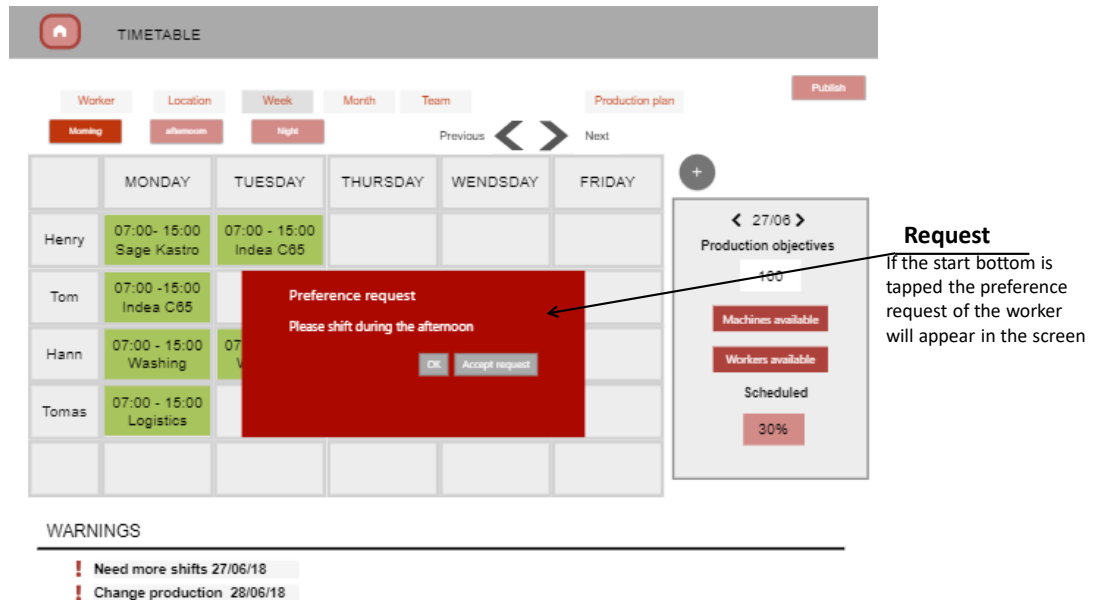


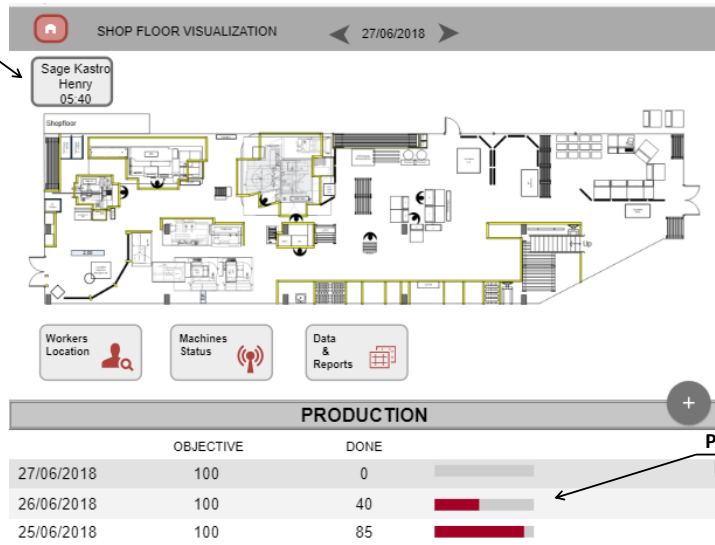
Figure 26: Request of a worker

Shop floor visualization screen

The shop floor visualization screen provides real time information about the machines, the worker's location and the hours left of the shift for example. Besides, it shows in the dashboard the production data of the day, one previous and the next day, with its corresponding production objectives and the production done in real time.

Work location data

Clicking in the machine it can be visualize the worker, the machine and the hours left of the shift



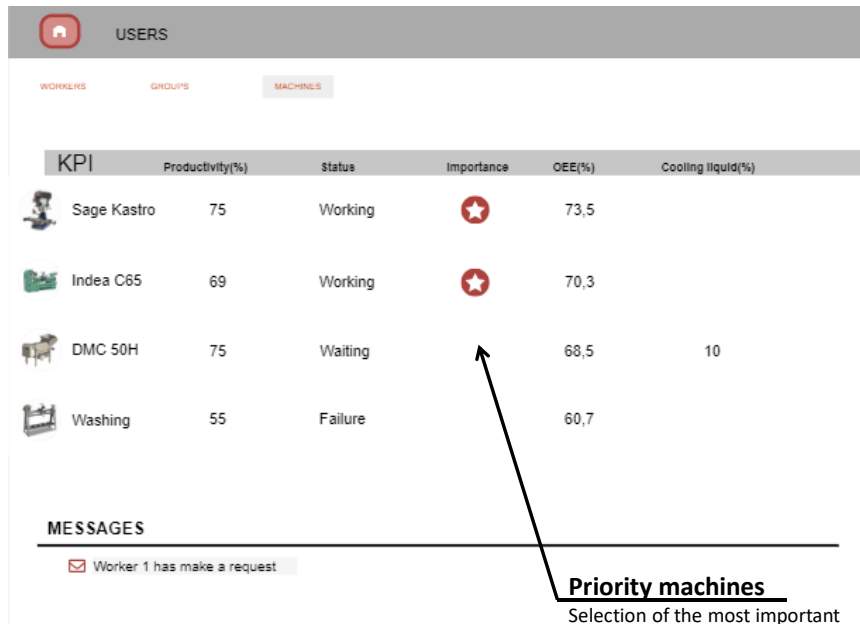
Production real time data

Data of the production at the time and two days previous

Figure 27: Shop floor visualization screen

Users screen

There are three different groups in this screen that are workers, teams and machines.



Priority machines

Selection of the most important machines depending on the process of each day

Figure 28: User machine screen

Each one contains its corresponding members with a general overview of the main parameters that can be used in the schedule.

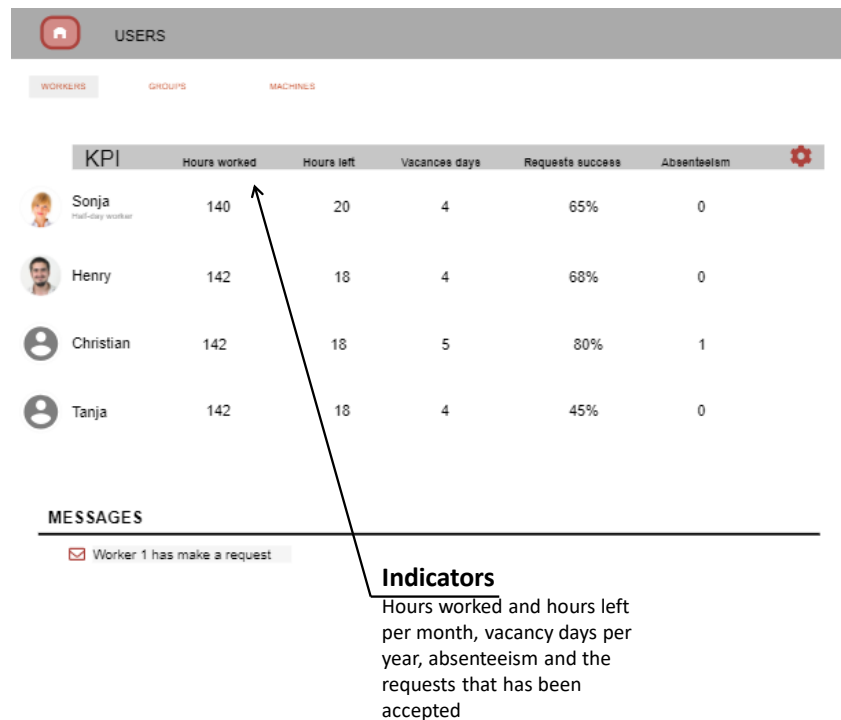


Figure 29: User workers screen

Typing in one of the lists, the screen changes to display some characteristics. The information shown is different depending if on what has been clicked: a worker, a machine or a group.

The machine screen can directly links to the information needed such as the sheet of technical requirements or ergonomics.

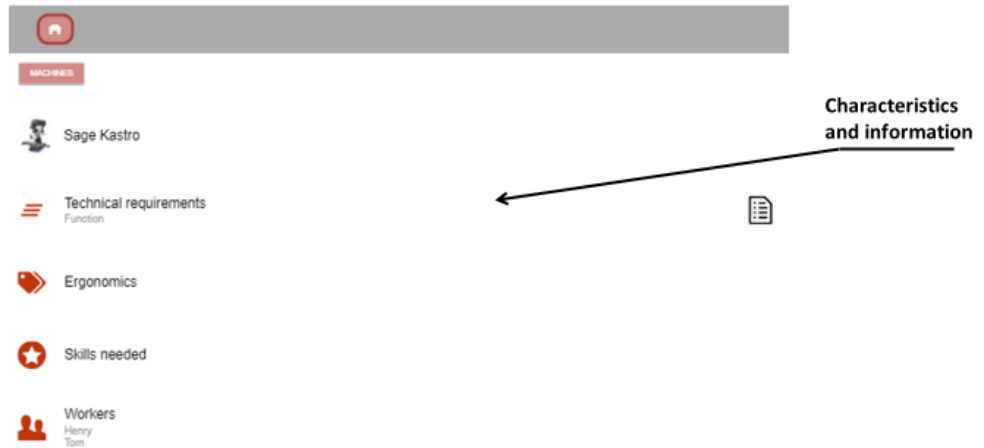


Figure 30: Machine information screen

The worker screen is the most complete one because it shows the requests of the worker, the rotations, and which are its preferences as it can be observed in figure 31.

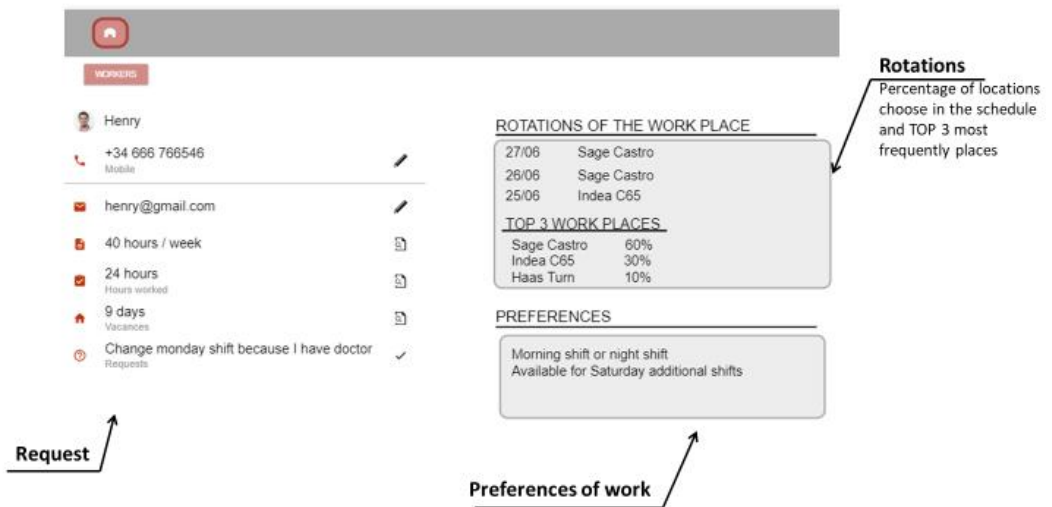


Figure 31: Worker information screen

In the group screen, figure 32, it shows the members of the group and its leader.



Figure 32: Group information screen

Planning screen

The planning screen is designed so the team leader just needs to drag the tasks in the horizontal time line and chose the worker who is going to carry it out. The aim is to get an easy comprehensible screen which main objective is to distribute the different tasks that can be performed during the day. Moreover, this screen also shows the process and machines that are prioritized. Finally, the tasks not done can be a source to make reports with the reasons why they haven't been performed.

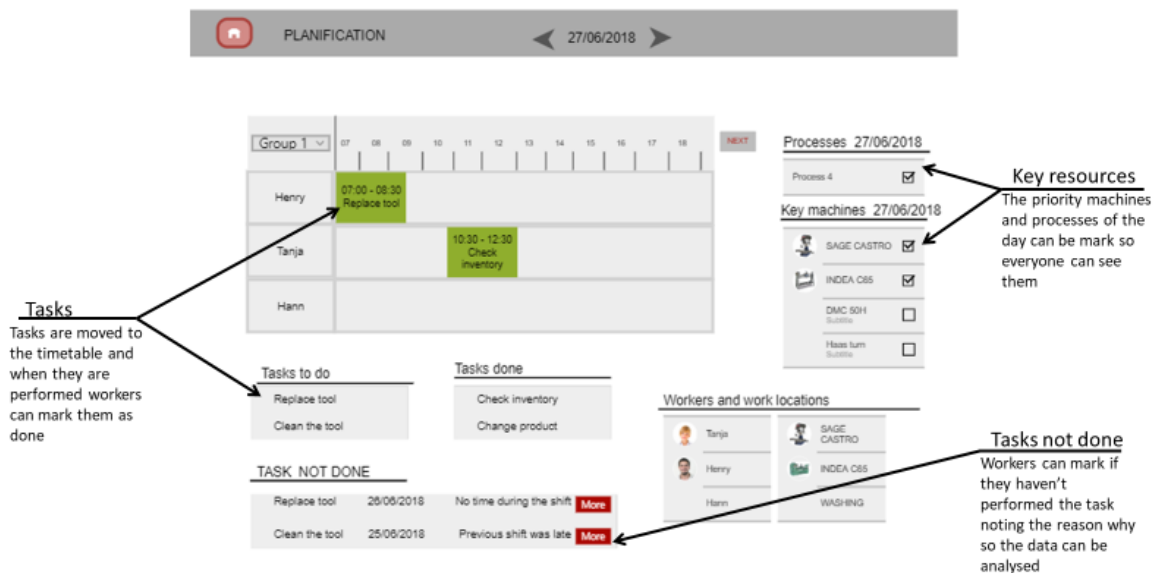


Figure 33: Planification screen

The procedure to add a task to the timetable is very similar to the procedure described in the timetable screen and it can be followed in figures 34, 35 and 36.

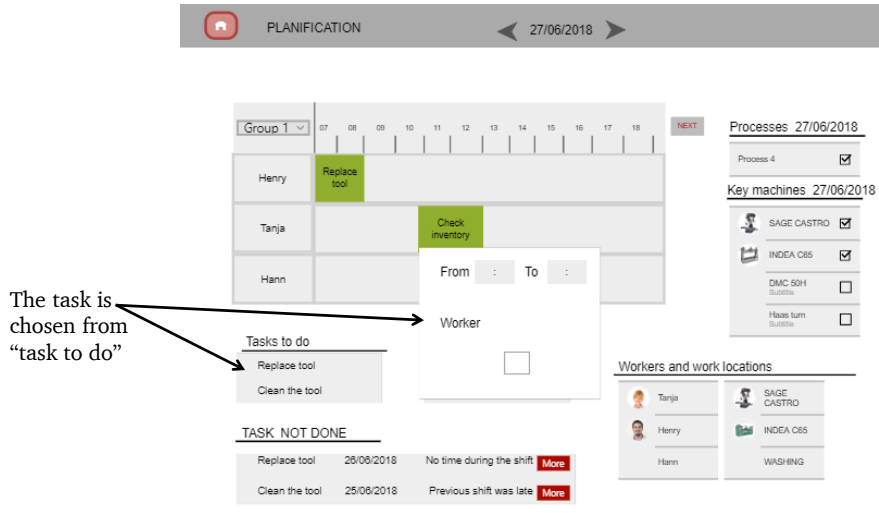


Figure 34: Task distribution process process. Choice of the task

The box has to be fulfilled with the worker who has to perform the task and the time at which the action has to be carried out, as it is shown in figure 35.

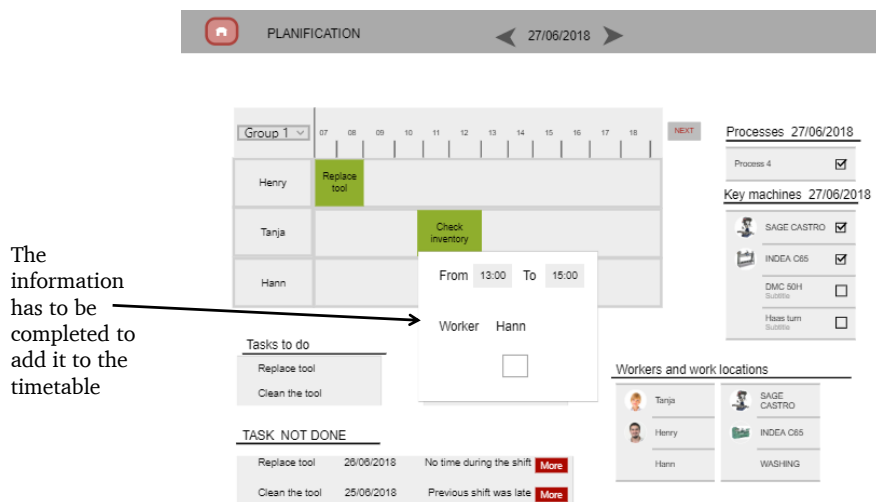


Figure 35: Task distribution process. Information of the task

Once the information is all completed, as it was explained in the timetable screen, the check box has to be clicked.

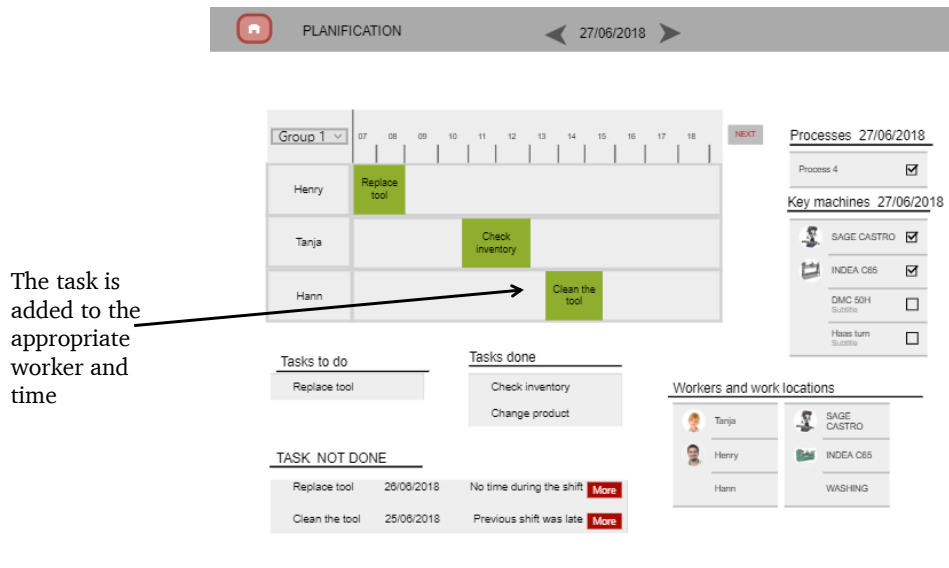


Figure 36: Task distribution process. Addition of the task to the worker timetable

The section with tasks not done is a way to register when something doesn't go as it is scheduled. From it, is possible to make reports and statistics to evaluate which are the problems.

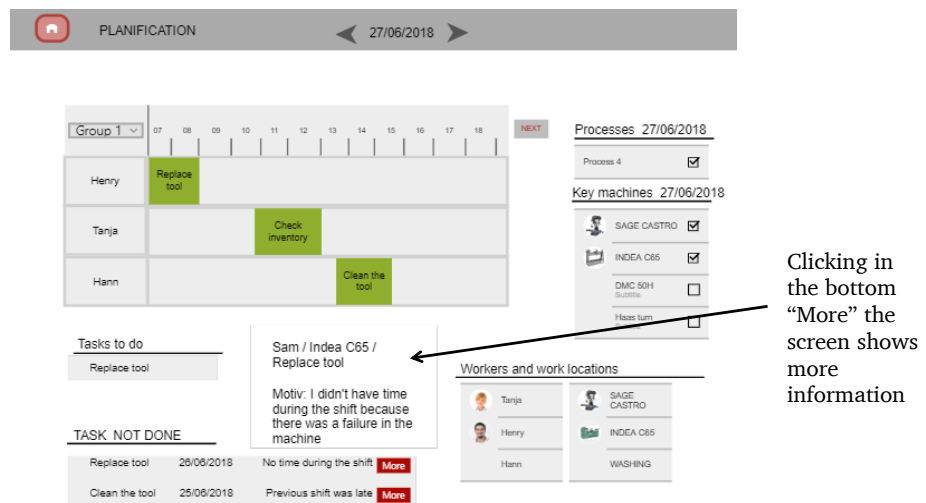


Figure 37: Information of tasks not done

4.8.2 Worker access

The worker menu consists of three access which are the schedule, my profile and the communication center. From here the worker can enter and write its work preferences, make requests or send messages to its team leader. Indeed, the worker can check and see its schedule, as well as receive messages remembering shifts or warning that it has been some changes.

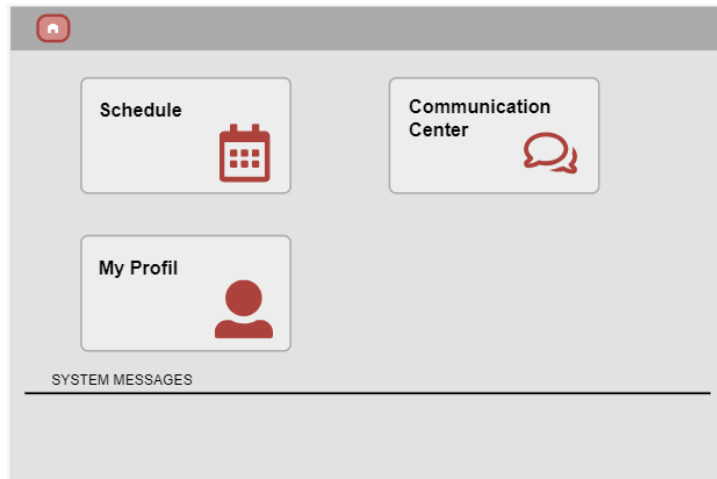


Figure 38: Worker access main menu

4.9 Validation

The last step of the tool was to validate it. As it is explained in 2.4, the development model is also known as validation and verification model. That is why, even if the software is not totally developed and the programming part is not made, it is important for this work to validate the purposes and functions of the tool.

The validation of the tool was done with a questionnaire answered by different manufacturing companies. The data will come from the life experience of the worker responsible for making the shift schedule in the company. Therefore, the approach used to collect and analyse the data was the phenomenology qualitative method, concretely, it follows the model made by Moustakas. This method consists on split the data collected into themes, and these themes at the same time into subthemes. The data is analysed, in this case, into two different themes that will constitute two levels: actual situation and future ideas.

4.9.1 Questionnaire

The idea is to take out one or more different subthemes from each question. In other words, each question was thought to get some information from the interviewee. The entire questionnaire with the explanations of some of the ideas for the tool can be seen in the appendix 7.1. The questions are the next ones.

- Does the company use a shift planning tool for organizing the shifts? Which one?
- Which are the main problems of the company to organize the shift planning?

-
- When do you publish the shift planning? Is there any due date for publishing them?
 - After published it, is there some changes in the shifts? If there is so, why do you make changes?
 - One of the ideas for the tool is to save the different production process on the shop floor, the productivity and characteristics of the machines and the skills and training of the employees. Like that, the tool will help to make decisions in the schedule considering this data and will recommend the best options. Would be this interesting for the planning?
 - Does the company have stand by workers to call them if one worker doesn't show up in the last minute?
 - Does exist a communication system to stay in contact with all the workers?
 - If it could be coordinated with the tool, it would be possible that the workers have the possibility of choosing shifts adapted to its skills and better to their schedule?
 - If you could have connected and updated the production plan, so we could visualize the customer orders for each day and organize the schedule plan taking that in mind, would be useful?
 - Would you like to have a real time connection with the shop floor production, so the data could be analysed at the time and evaluated if it's necessary to call more workers or add more shifts?
 - If you would have the opportunity to collect indicators from workers and its work, which ones would you think would be useful for the shift schedule plan?
 - Another function of the tool would be to make a hierarchical organization. The manager will make the shifts and the leader of each team can plan and distribute the work and tasks in the team. Do you think that this would improve the communication and organization of the work? Or, the tasks of the workers are so repetitive that there is no need of making a more specific distribution of it?
 - Do you have another suggestion, that as a function of the tool, could be useful to your organization of the shift schedule?

4.9.2 Companies interviewed

The companies interviewed, Table 5, for this analysis differs one with each other. The manufacturing process of each one is different, and so its products and costumers. These differences will be seen in the answers, because not for every plant all the functions are suitable or useful.

| | COMPANY | INDUSTRY | WHAT DO THEY DO? | INTERVIEWEE |
|----|-----------------------|---|--|--|
| 1. | DELPHI - APTIV | Automotiv | Develops safer, greener and more connected solutions enabling the future of mobility. | Pedro Jaray - Plant manager |
| 2. | VEGA MAYOR - FLORETTE | 4 generation food industry | Innovative and efficient international business in the prepared salad and fresh vegetable sector | Alberto Lozano - Plant manager in Iniesta and Noblejas |
| 3. | BOSCH - SIEMENS | Household appliances | Plant of compact refrigerators and dishwashers, and competence centre of heat pumps | Adolfo Labari - HR manager |
| 4. | ROAD HOUSE | Automotiv | Friction materials and brake pads manufacturers and production of compnents such as backing paltes and accessories | Miguel Angel Revilla - Finance and Human resources manager |
| 5. | AEROMETALLIC | Aerospace | Supply chain management company, specialising in a wide range of aerospace and commercial materials to the aerospace, defence and specialist engineering markets | Juan Pedro Labat - Plant manager |
| 6. | GAMESA - SIEMENS | Renewable energy - Wind power | Offshore and onshore technology as well as industry-leading service solutions | Vidal Martinez - Indsutrial project manager |
| 7. | SEINSA | Automotiv | Parts and repair kits for brake assemblies, clutches, transmissions, steerings and shock absorbers and any other element of car repairs and general pieces of rubber, thermoplastic, as well as complementary metal elements | José Espinosa - General Manager |
| 8. | ACP Technologies | Hausehold appliances, industrial, multimedia and automotive | Whole chain of manufacture passive products. Since the reception of raw material until the packaging of the finishing product. | Juan Carlos Martinez - Plant manager |
| 9. | MAPSA | Automotiv | Aluminium wheel rim fabrication for automobiles and vehicles. | Luis Esparza - HR manager |

| | | | | |
|-----|-------------------|---------------------------------|--|--|
| 10. | SCHMIDT + CLEMENS | Quemical | Manufacture of spun cast components for petrochemical and DRI plants | José Ramón Echeverría Erce - General manager |
| 11. | GRAFTECH | Materials (graphite and carbon) | Graphite electrode manufacturing | Miguel Celaya - HR manager |
| 12. | MUBEA | Automotive | Innovative lightweight construction specialist providing heavy duty spring components and related products | Laura Echave - HR manager |

Table 5: Companies interviewed

4.9.3 Themes and subthemes

The analysis was made to each interviewee answers, one by one, subtracting from all of them the subthemes and the corresponding data for each. As it has been said before, the answers were divided into two big themes. The table 6 shows the different subthemes subtracted from the answers.

On one hand, the actual situation gives us the information about how the company organizes the schedule today. For this reason, this part gives us the information about the tool used to make the schedules, which are the main reasons for change a planned schedule in the company or which indicators are the most useful for planning.

On the other hand, the future ideas, discuss the implementation of some new functions for the shift planning. The different answers in this part make it a rewarded analysis.

From now on the analysis of each subtheme can be made, so the data from all the answers can be joined together to make some conclusions. For the analysis there will be two levels considering the two themes.

| THEMES | SUBTHEMES |
|------------------|--|
| Actual situation | Tool used |
| | Problems and reasons for change |
| | Publication |
| | Indicators |
| | Stand by workers Communication platform |
| Future ideas | flexibility |
| | Production plan |
| | Real time production |
| | Planification |

Table 6: Themes and subthemes of the study

Before the analysis, it should be emphasized that each company is very different and while some of them make a daily plan depending on the demands, there are others that plan yearly the schedule base in the expectations. That makes the analysis more difficult since each process is different for each one.

4.9.4 Actual situation

This first part will be analysed to compare graphically each answer of the interviews for each subtheme.

Tool used

The Figure 39 shows that most of the companies use Excel to organize the schedules. However, not all of them make a simple rotation of shifts in Excel, but they consider the production plan and resources. Siemens-Gamesa uses Excel, but takes the information from a System, Applications and Product software, which is an Enterprise Resource Planning, and from the year production plan.

The Vega Mayor plant has two steps for the schedule. First, RH makes an annual plan with the availability and working arrangements of each employee and a cost control to get the labour cost. Afterwards, RH sends to the production department the workers available for the week, so they can assign each one in a particular work place. Alberto Lozano also said: “An important problem that RH and the production department is to approve the annual

holidays. The information from each worker is collected by hand and then it must be written in an Excel for its validation from the production department.”

The problem here could be solved with the SPT because it has different access roles, so the workers can enter write down its preferences and send them to the manager, so the holiday plan can be arranged.

Another interesting example is the one from Aerometallic. They split the process in 3 steps. A year plan depending on the production and necessities. Then, they make two reviews. The first one, each month to adjust workers and the second, every week to distribute workers shifts and processes. Hence, they use Excel but considering every time their demand and making changes until 1 week before.

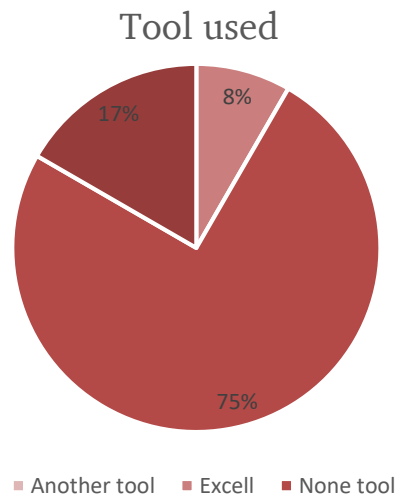


Figure 39: Analysis of the tool used by the companies

The results obtained from the interviews show that there is a relation between the production plan and the resources of the plant, and that it takes part in the scheduling process. Indeed, even if the schedules are set with time, it can occur to be changes that need a reschedule of shifts.

Problems of making a shift planning

As it can be seen in the Figure 40, there exist multiple real problems originated by shift schedule. It can be noticed that most of them, the functions developed try to solve or minimize and warn the appropriate person if they occur to happen.

For instance, the SPT helps to schedule depending on the working arrangements of workers and providing these data as indicators to the person in charge. It can't prevent from absenteeism, but it helps to solve it by giving immediate suggestions. The lack of materials is another indicator that can be added to the SPT. Therefore, as it shows the

production data it can supply the materials quantity left. Besides, the tool has production plan synchronize, in case there is a variation, it can warn.

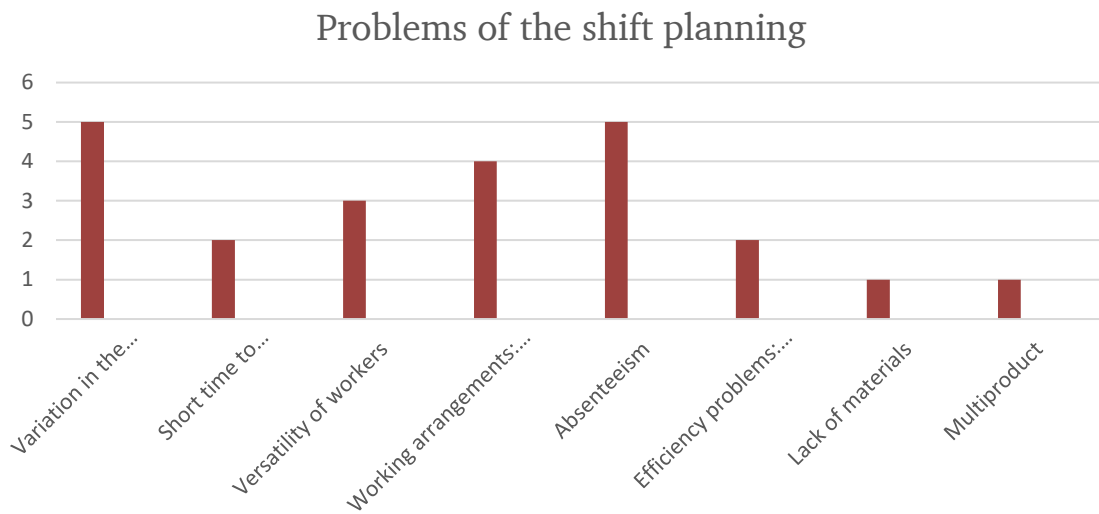


Figure 40: Analysis of the problems of shift schedule process

Publishing of the shift planning

More than half of the companies have their publication due date one week before. Nevertheless, most of the interviewee wrote that they make predictions and a previous calendar for the whole year.

Publishing due dates

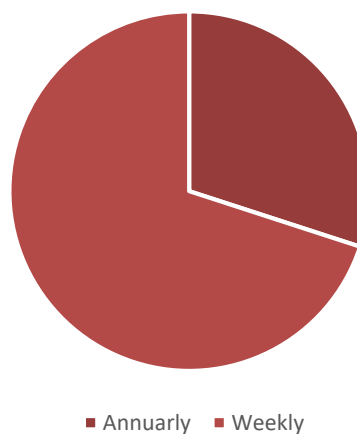


Figure 41: Analysis of the publishing due dates

For example, ACP Technology schedules are annually planned because their schedules are rotating. However, they publish them again each week in case there are alterations. In Figure 42 it can be seen an example of an ACP Technology annual shift schedule with its three shifts: morning, afternoon and night shift.

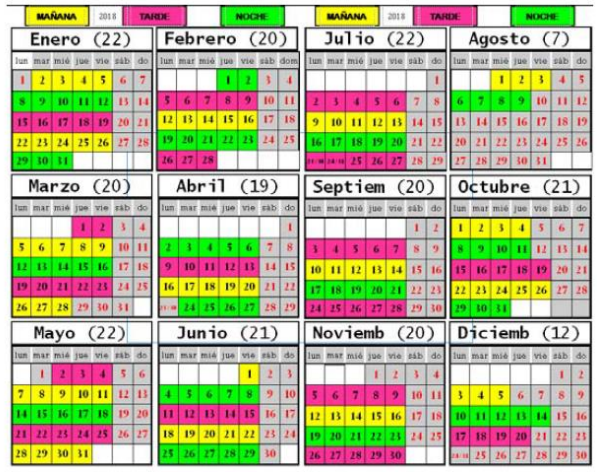


Figure 42: ACP Technology annual shift schedule

The same for Bosch-Siemens that makes yearly and monthly predictions before the final planning. Contrary, APTIV, which manufacturing is by lots, schedule a yearly plan because the changes are minimized.

Indicators for schedule

Notice in the Figure 43, the difference between the indicator of versatility of workers and the others. Versatility of workers is clearly the indicator most useful between the companies. However, there are others also interesting for the tool such as the contract labours and the availability of workers. The last one can be considered as a pointer that companies would like to make a more participative process.

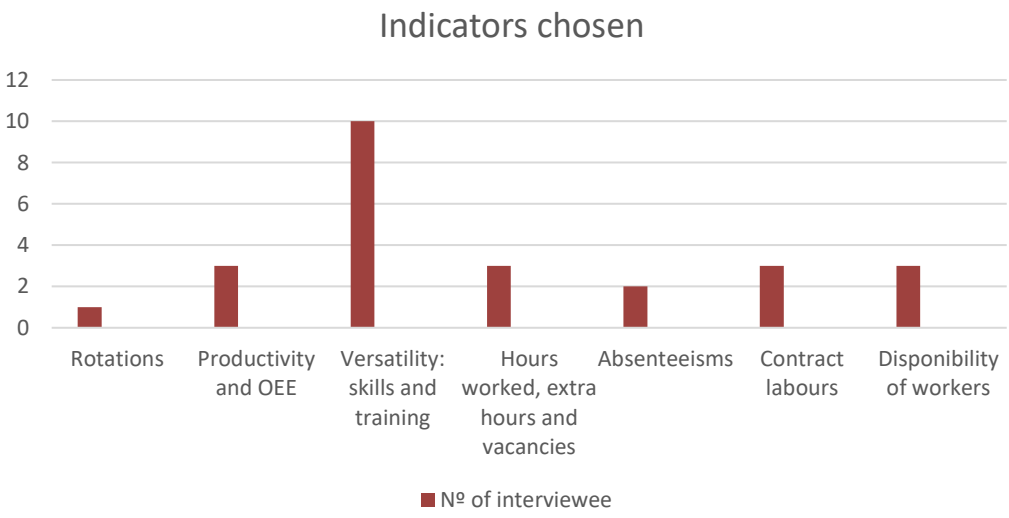


Figure 43: Analysis of indicators chosen

Communication platform

Basically, the communication system used is the phone or, in some cases, email. Some of the interviewees answered, if the number of workers on the shop floor is low, does it directly such as APTIV or Siemens-Gamesa that prefers to do it directly without any software in between.

Stand by workers

The answer to this question differs depending on the kind of manufacturing process, the size of the plant and the number of workers. Therefore, half of the interviewee answered that they have workers in standby, but the working arrangement is different for each company. For example, Graftech have workers that adapted their shift to the schedule as needed. Vidal Martinez from Gamesa- Siemens explained: “We hire people, but not to call them if there is a problem, but as an overload work force. The objective is to have a buffer, so they work continuously in order to cover the percentage of absenteeism or personal needs that can occur daily, monthly or yearly.”

In conclusion, the stand by idea can work for some companies, but not for all of them because it depends on their labour contracts.

4.9.5 Future ideas

Flexibility

The result of this subtheme was almost unanimous: it's very difficult that workers have more flexibility choosing their working hours. For instance, Aerometallic says that it is better, working with stable teams instead of making the workers choose for some of their shifts. It is interesting that Siemens-Gamesa also refers to the fact that workers can make suggestions to the person in charge of making the shift schedule. Others, like Mubea, thinks that this flexibility can affect to the productivity of the manufacturing process.

Moreover, in a deeper analysis, it can be observed that all the plant manager interviewee said that it is complicated to have this kind of timetable. The reason for that could be that plant manager sees things

Production plan

The production plan results vary depending on the customer demands of each company. If they don't change or the production is fixed, there is no need of implementing this function because the work force was scheduled already. For example, for a plant like APTIV that has a fixed production since the beginning of the year, the schedule of workers doesn't depend on this. Besides, MAPSA makes a distinction between the production department and HR

department. Hence, the interviewee doesn't consider that this function is necessary because it is the competence of the production department.

On the contrary, in Vega Mayor a team leader dedicates 5 hours per week relating the production plan with the workforce and reschedule the shifts. For Seinsa this function means a better approach of the necessities.

Real time production

Each company has its own necessities, therefore, for some this function really help them to evaluate the situation and make some decisions. Nevertheless, for other plants it doesn't have any sense because of their manufacturing process, such as Schmidt + Clemens which shifts are meanly stable.

Juan Pedro Labat from Aerometallic works in a multiprocess shop floor, where it is very difficult to plan an equity workforce distribution. Thus, to have the production online will allows them to arrange workers at the right time where it is needed. Another appealing answer is the one from Seinsa which also has different processes. This functionality will enable them to anticipate, first, to failures that decrease productivity in some processes and, second, to the lack of workforce.

Planning

This function is suitable for shop floors that have more than one manufacturing process or they are organized in teams, so every member fulfils more than one function. For this reason, the interviewee from ACP Technology considers that the function is necessary. Each day they must mark the three more important machines for the day plan and the team leader must plan the workers work depending on that. The planning function will allow them to highlight all this in the tool so everyone can see it, and the daily timetable will be suitable for the organization of the team leader. Another positive review is the one coming from Seinsa, who thinks that this function makes a more participative process.

However, other interviewees answer that it is not necessary, such as MAPSA, Mubea or Graphtec.

Other suggestions

In the interviews there were some suggestions that are also interesting to mention and can be used as ideas for future development. Miguel Angel Revilla from Road House proposes to make a tool connected and link with other management tools. For example, as it was integrated with the SFMT of the CiP.

MAPSA interviewee suggests adding also as members of the tool, people form first aid and emergencies, in case there is an occupational accident.

Alberto Lozano from Vega Mayor - Florette indicates that another indicator to consider in the shift planning would be a pyramid of worker's ages and, in case they have, write their limitations because of medical issues.

5 Conclusions

The project started presenting the problems related with shift planning schedule. Hence, the development of the SPT was proposed as the solution for these problems. The SPT was though, as a tool which development only has sense in an Industry 4.0 environment, because this Industry 4.0 technology is the one in charge of connecting everything in a more efficient way.

The tool was designed with all the purposes defined in 4.2. These purposes were thought as objectives for solving the problems presented. Thus, the functionalities associated with Industry 4.0 were the ones responsible of carrying the purposes out.

The SPT can vary depending on what are the company needs and what do they want. Hence, there is not an only design of this tool because not all the companies have the same needs. This result can be read in 4.9, where it is proved that there are some factors that make certain functionalities developed not useful for some manufacturing plants. For instance, a company that works with fixed batch production and its worker's shifts rotates continuously, doesn't need real time data of the production because the production will not affect to the shift planning schedule. However, it could be possible that this company finds interesting the function with which workers can write down its preferences, make suggestions or communicate easier with the plant manager or the team leader.

Contrarily, in 4.9 has been exemplified that there is another type of companies who need, for example the production plan synchronized or the real time data. These types of companies really depend on their customer demands, and its demand can change suddenly. Hence, if the plant manager is warned that they will not reach the production objectives, shifts can be rescheduled, and, for instance, the company can plan shifts on Saturday if it is needed.

Besides, companies that work with different manufacturing processes finds very useful the tool, because they need to be efficiently organized. In these manufacturing plants there are machines or processes that are more important than others depending on the day. Sometimes they need to change the whole schedule planning because of a failure in one of those key machines. Thus, for this plant model is useful to have a general shift schedule and a more detail planning where the team leader can give more specific tasks and mark the key processes and machines of the day.

Therefore, depending on the type of manufacturing plant, the problems will be different and hence, the solutions will vary. This is the reason why it is very important to underline

at the end of this project, that the SPT developed is not a unique solution. This development is an approach of how a shift planning could be in the future, which could be its features and functionalities to solve the problems of the shop floor and which are the companies needs related to shift planning and the customization and flexible world.

Nevertheless, the SPT developed in the project has given some solutions, which maybe don't eradicate the problems but try to prevent them. At the start of the thesis, it was raised that the lack of information can lead to schedule an overload or underload of workforce. However, the tool connects everything, so the information can be provided at the right time. Thanks to that, the decisions can be made in advance and problems can be easily prevented.

Moreover, each work place and task need different skills and training. Thus, not all the workers are suitable for all the works. The SPT tries to encourage training and chooses the best employee for each shift based on the data analysed. Like that, the data is shown in the dashboard and the manager or the tool is prepared to make decisions depending on the information given.

Besides, the lack of communication between workforce and managers can be solved with the communication platform created in the SPT. With it, the workers can feel more implicate in the shift schedule process. Indeed, they have everything synchronized so they are able to consult their schedule from everywhere, or they can be warned if something has changed.

To conclude with, the SPT has its basis in lean production principles and its implementation is thought in a flexible and customized environment. The challenge of meeting these two terms, lean principles with flexibility and customization, is able thanks to Industry 4.0 features. The connectivity of resources provides more information that can be analysed and saved. It prevents from problems and give solutions. It transforms the shift schedule into a more individualized process, where each shift, each particular workplace and each task has its worker according to the parameters collected.

6 References

- Ahlström, P. (1998)**, “Sequences in the implementation of Lean Production”, *European Management Journal*, Vol. 16 No. 3, pp. 1–8.
- Bauer, H., Brandl, F., Lock, C. and Reinhart, G. (Eds.) (2018)**, *Integration of Industry 4.0 in Lean Manufacturing Learning Factories*, 8th Conference on Learning Factories 2018 - Advanced Engineering Education & Training on Manufacturing Innovation.
- Center for Innovation in Research and Teaching, CIRT (2018a)**, “Overview of Qualitative Research Approach”, available at:
https://cirt.gcu.edu/research/developmentresources/research_ready/qualitative/overview.
- Center for Innovation in Research and Teaching, CIRT (2018b)**, “Phenomenology Method & Data Collection”, available at:
https://cirt.gcu.edu/research/developmentresources/research_ready/phenomenology/methods_data.
- Der Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik (2004)**, *The V-Modell XT Part 1: Fundamentals of the V-Modell*, Deutschland.
- Ernst, A.T., Jiang, H. and Krishnamoorthy, M. (2004)**, “Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 153, pp. 3–27.
- Glover, F., McMillan, C. and Glover, R. (1984)**, “A Heuristic Programming Approach to the Employee Scheduling Problem And Some Thoughts On “Managerial Robots””, *Journal of operations management*, Vol. 4 No. 2, pp. 1–4.
- Hertle, C., Hambach, J., Meißner, A., Rossmann, S., Metternich, J. and Rieger, J. (2017a)**, “Neue Impulse für die Verbesserung in der Werkstatt”, *Prozessüberwachung*.
- Hertle, C., Siedelhofer, C., Metternich, J. and Abele, E. (2015)**, “The next generation shop floor management: how to continuously develop competencies in manufacturing environments”, *The 23rd International Conference on Production Research*, No. 1-10.
- Hertle, C., Tisch, M., Metternich, J. and Eberhard, A. (2017b)**, “Das Darmstädter Shopfloor Management-Modell”, *ZWF Schlanke Produktion*, Vol. 112, pp. 1–4.
- Hozdic, E. (2015)**, “Smart factory for industry 4.0. A review”, *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, VII No. 1, pp. 1–8.
- International Federation of Automatic Control IFAC.*
- Karlsson, C. and Ahlström, P. (1996)**, “Assessing changes towards lean production”, *International journal of Operations & Production Management*, Vol. 16 No. 2 1996, pp. 24–41.

-
- Mittal, S., Ahmad Khan, M., Romero, D. and Wuest, T. (2017)**, “Smart Manufacturing: Characteristics, Technologies and Enabling Factors”, *Journal of Engineering Manufacture*, pp. 1–20.
- Morgan, J.M., Liker, J.K. (2006)**, “The Toyota Product Development System”, *Productivity press*, No. 363.
- Moustakas, C. (1994)**, *Phenomenological Research Methods*, California.
- Otto, B., Pentek, T. and Herman, M. (2015), *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*.
- Pavnaskar, S.J., Gershenson, J.K. and Jambekar, A.B. (2003)**, “Classification scheme for lean manufacturing tools”, *International Journal of Production Research*, pp. 1–17.
- Rocha Varela, L. and Machado, J. (2017)**, “Job shop schedules analysis in the context of industry 4.0”, in Rocha Varela, L. and Machado, J. (Eds.), *Job shop schedules analysis in the context of industry 4.0*.
- Ruparelia, N. (2010)**, “Software Development Lifecycle Models”, *Software Engineering Notes*, Vol. 35 No. 3, p. 10.
- Shingo, S. (1981)**, *A study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*, Japan Management Association, Tokyo.
- Shingo, S. (1983)**, *A revolution in Manufacturing: The SMED System*, Tokyo.
- Spear, S.J. (2004)**, “Learning to Lead at Toyota”, *Harvard Business Review*, pp. 1–11.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F. and Uchikawa, S. (1977), “Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for- human system”, *The International Journal of Production Research*, Vol. 15 No. 6, pp. 1–13.
- Wagner, T., Herrmann, C. and Thiede, S. (Eds.) (2017)**, *Industry 4.0 impacts on lean production system*.
- Womack, J.P., Jones, D.T. and Daniel, R. (1990)**, *The machine that changed the world*, Simon & Schuster, New York.
- Zuehlke, D. (2010)**, “Smart Factory - Towards a factory of things”, *German Research Center for Artificial Intelligence DFKI*.

7 Appendix

7.1 Questionnaires answers

The interviewee answers are shown below with some data of the manufacturing plant.

7.1.1 Delphi-APTIV

Delphi-APTIV is a multinational company which main objective is to developed safer, greener and more connected solutions enabling the future of mobility. Thus, they belong to the automotive industry.



Figure 44: Delphi - Aptiv logo

The manufacturing plant interviewed is situated in Pamplona, Spain.

The questionnaire was answered by its plant manager, Pedro Jaray.

Questionnaire

¿Utiliza la empresa alguna herramienta para la organización de los turnos en la planta? ¿Cuál?

Se hace mediante un Excel

¿Cuáles son los principales problemas que tiene la empresa para organizar los turnos?

La empresa trabaja 360 días/año, 24 horas/día.

Dispone de 5 colectivos, con 5 responsables de turno que rotan.

Actualmente el mayor problema es dar respuesta a las necesidades de vacaciones, fundamentalmente en el periodo de verano

¿Con cuanta antelación se planifican los turnos? ¿Existe un día límite para publicarlos?

Se realiza un calendario al inicio del año, con variaciones en función de solicitudes personal y/u organizativas

¿Después de la publicación de los turnos, se realizan cambios en estos? Si es así, ¿Por qué se producen estos cambios?

No es habitual, excepto en caso de una solicitud personal. Se permiten cambio entre empleados.

En ocasiones hay causas productivas/organizativas que requieren el cambio, pero no es habitual.

Una idea para la aplicación sería tener guardados los distintos procesos de producción de la planta, la productividad de las máquinas y las habilidades de los trabajadores. De esta forma la aplicación le ayudaría a tomar decisiones a la hora de asignar los turnos según estos datos y le recomendaría las mejores opciones. ¿Sería esto útil e interesante para la planificación?

En nuestro caso, los equipos están formados por personas que disponen de la competencia necesaria. Siempre que dispongan de esta competencia se pueden hacer cambios sin limitación.

¿Tiene la empresa trabajadores en stand by para llamarlos si alguien no acude al trabajo en el último momento?

No, aunque si surgiera la necesidad se haría “solicitando un favor personal”

¿Existe algún sistema de comunicación para que los trabajadores puedan ponerse en contacto con el encargado de los turnos?

No es un sistema formalizado o corporativo, pero se ponen en contacto si es necesario.

Si se pudiese coordinar mediante la aplicación, ¿Sería posible que los trabajadores tuviesen la opción de elegir turnos que se adaptasen a sus habilidades y mejor a su horario?

Si, obviamente fijando previamente las normas de uso.

La aplicación está planteada para una Smart Factory, por eso busca la conexión y recogida de datos. Estos datos pueden ser de los trabajadores como ausencias, horas trabajadas, horas extra etc. y también del proceso productivo.

Si se tuviese conectado y actualizado el plan de producción, de tal manera que, se pudiese visualizar la demanda que hay para cada día y organizar los horarios según esta, ¿Resultaría útil?

No en nuestro caso actualmente, porque fijamos el número de trabajadores previamente, asumiendo que la carga va a ser constante.

Además implicaría fijar acuerdos con los trabajadores que deberían adaptar su jornada a las necesidades productivas. Lo veo complejo.

¿Le gustaría que la aplicación tuviese una conexión a tiempo real de la producción de la planta, de tal forma que se pudiese analizar los datos en el momento, y con ello, evaluar si es necesario llamar a más trabajadores, o en el caso en el que no se esté llegando a los objetivos de producción, añadir más turnos?

Si

Si tuvieses la oportunidad de recopilar indicadores de los trabajadores, ¿Cuáles le resultarían útiles a la hora de asignar un turno u otro?

Algo relacionado con su nivel de competencia, sus habilidades

Otra de las ideas para la aplicación sería organizarla jerárquicamente, de tal forma que organice los turnos el encargado y los responsables de los distintos grupos de trabajadores puedan realizar algunas modificaciones, o, planificar y distribuir el trabajo y tareas en las horas de los trabajadores que tienen a cargo. ¿Piensa que esto podría mejorar la comunicación y organización del trabajo en su empresa?

Sí, pero como he dicho antes, teniendo en cuenta que nosotros lo planificamos asumiendo una carga fija

¿Tiene alguna sugerencia que, como función de la aplicación, le podría gustar tenerla?

Lo temas de coordinación de equipos de trabajo, fundamentalmente en los casos de centros de trabajo a 24h, están muy condicionados por los acuerdos existentes con los trabajadores, con las normas de aplicación de las rotaciones, los cambios, etc.

En la mayoría de los casos, los cambios están limitados para permitir la conciliación personal y familiar del trabajador.

Por tanto la metodología de la herramienta debe de estar sujeta a la flexibilidad que permitan la leyes laborales, los acuerdos sectoriales o los pactos de empresa.

7.1.2 Vega mayor - Florette

Florette is an innovative and efficient international business that prepared salad and fresh vegetable sector of 4^o generation food.



Figure 45: Florette logo

The interviewee was Alberto Lozano, plant manager of two of its biggest manufacturing plans in Spain. These plants are placed in Noblejas and Iniesta.

Questionnaire

¿Utiliza la empresa alguna herramienta para la organización de los turnos en la planta? ¿Cuál?

Sí. En el entorno de recursos humanos contamos con un software, desarrollado en interno, que cumple con la siguientes funciones principales: planificación anual mano de obra directa (categorías, vacaciones aprobadas, bajas, reducciones jornada, etc) y control de coste (fichero de presencia en las instalaciones y de trabajo efectivo). De él obtenemos información del personal disponible, listados de evacuación en caso de emergencia y coste de hora.

RRHH envía semanalmente al departamento de producción el personal disponible para la elaboración de los horarios semanales en formato Excel. Básicamente, es una tarea que consiste en asignar cada persona a un puesto de trabajo determinado. Lo complicado es cruzar la información tener en cuenta la matriz de polivalencia (Excel) y estándares de rotación (Excel) por temas ergonómicos (entre puestos de manipulación manual de cargas y movimientos repetitivos; por zonas).

Añadir que una carga importante de trabajo de RRHH y producción es aprobar las vacaciones anuales. La recogida de información es a papel y tiene que volcarse a un Excel para la simulación y validación por parte de producción. Una vez validadas se vuelcan en el software, tarea que realiza RRHH.

¿Cuáles son los principales problemas que tiene la empresa para organizar los turnos?

Variación de la carga de trabajo.

Tiempo dedicado a la comunicación con cada trabajador.

Polivalencia del equipo.

¿Con cuanta antelación se planifican los turnos? ¿Existe un día límite para publicarlos?

Según convenio, antes de cada jueves deben estar disponible la información para la semana siguiente.

¿Después de la publicación de los turnos, se realizan cambios en estos? Si es así, ¿Por qué se producen estos cambios?

Principalmente cambios en el volumen y/o de horas a fabricar (falta de MP, promociones comerciales, mala calidad de MP, avería técnica, etc), permisos retribuidos y bajas laborales.

Una idea para la aplicación sería tener guardados los distintos procesos de producción de la planta, la productividad de las máquinas y las habilidades de los trabajadores. De esta forma la aplicación te ayudaría a tomar decisiones a la hora de asignar los turnos según estos datos y te recomendaría las mejores opciones. ¿Sería esto útil e interesante para la planificación?

Tener actualizada la matriz de polivalencia es clave para una correcta gestión de los recursos humanos directos. Si esta información esta digitalizada y la aplicación permitiera tener en cuenta estas variables sería de gran ayuda.

Como ampliación a ellas, yo te propongo incluir aspectos de PRL (rotaciones de puesto, limitaciones informe médico y pirámide de edad).

Ligado al concepto de excelencia operacional, a los centros de producción se nos exige como base de una buena gestión, tener indicadores de seguridad y ergonomía cada vez más exigentes. La realidad es que ya puedes tener un nivel de servicio, calidad de producto y productividad top que si la siniestralidad y absentismo no no...pues en la foto sales muy feo. Para que veas en a qué nivel operamos, en las inversiones de crecimiento de actividad este aspecto es determinante y es lógico que así sea. No se invierte en tu centro si no eres seguro, más actividad más siniestralidad.

Ligar productividad y OEE. En determinadas configuraciones (según demanda de cliente) de fabricación planificas para ser productivo y en otras para amentar eficiencia y capacidad.

¿Tiene la empresa trabajadores en stand by para llamarlos si alguien no acude al trabajo en el último momento?

Sí, lo regulamos mediante la figura del fijo discontinuo y picos con ETT.

¿Existe algún sistema de comunicación para que los trabajadores puedan ponerse en contacto con el encargado de los turnos?

Vía telefónica.

Si se pudiese coordinar mediante la aplicación, ¿Sería posible que los trabajadores tuviesen la opción de elegir turnos que se adapten a sus habilidades y mejor a su horario?

Lo normal es que la carga de trabajo no esté equilibrada, en nuestro caso la mañana representa el 60% de las necesidades en horas de MOD. Habría que guiar esa elección para ir compensando computo de horas anuales y no sobre cargar físicamente a determinadas personas frente a otras.

En este punto, hablar de las promociones internas. La aplicación podría facilitar la gestión de estas, comunicación, material para la formación (estándares de trabajo), prueba teórica, etc. En función de las necesidades de producción, las vacantes las podría proponer/comunicar/registrar a los candidatos directamente la aplicación y ser validadas por RRHH.

La aplicación está planteada para una Smart Factory, por eso busca la conexión y recogida de datos. Estos datos pueden ser de los trabajadores como ausencias, horas trabajadas, horas extra etc y también del proceso productivo.

Si se tuviese conectado y actualizado el plan de producción, de tal manera que, se pudiese visualizar la demanda que hay para cada día y organizar los horarios según esta, ¿Resultaría útil?

Sí, actualmente un jefe de equipo dedica 5 horas la semana para realizar estas tareas.

¿Te gustaría que la aplicación tuviese una conexión a tiempo real de la producción de la planta, de tal forma que se pudiese analizar los datos en el momento, y con ello, evaluar si es necesario llamar a más trabajadores, o en el caso en el que no se esté llegando a los objetivos de producción, añadir más turnos?

Sí.

Si tuvieses la oportunidad de recopilar indicadores de los trabajadores, ¿Cuáles te resultarían útiles a la hora de asignar un turno u otro?

Estándares de puesto en los que está y no está formado.

Limitación/recomendación médica.

Horas por puesto y turno.

7.1.3 Bosch -Siemens

Bosch- Siemens is a german company that manufactures household appliances in the whole world.



Figure 46: Bosch - Siemens logo

The manufacturing plant interviewed is placed in Navarra, Spain. Particularly, the two plants situated in Estella and Esquiroz are specialized in compact refrigerators and dishwashers, and competence centre of heat pumps

The interviewee was Adolfo Labari, manager of RH.

Questionnaire

¿Utiliza la empresa alguna herramienta para la organización de los turnos en la planta? ¿Cuál?

Se extrae la información del modulo de SAP-ROP, aquí se encuentran los modelos a fabricar según son solicitados por el área comercial.

En SAP, ROP con la transacción CMOX, se organiza la producción con respecto a estos modulos. La planificación se hace diaria con este programa. En el se alimenta los pedido de los comerciales y este programa distribuye en función de modelos y cadenas.

¿Cuáles son los principales problemas que tiene la empresa para organizar los turnos?

La variación de la demanda continua obliga a cambiar la planificación diaria. a veces la falta de materiales y las menos las averías en máquinas.

¿Con cuanta antelación se planifican los turnos? ¿Existe un día límite para publicarlos?

La planificación fija es de una semana, pero se hacen previsiones anuales, trimestrales y mensuales.

¿Después de la publicación de los turnos, se realizan cambios en estos? Si es así, ¿Por qué se producen estos cambios?

Por la variación de la demanda de los comerciales principalmente.

Una idea para la aplicación sería tener guardados los distintos procesos de producción de la planta, la productividad de las máquinas y las habilidades de los trabajadores. De esta forma la aplicación le ayudaría a tomar decisiones a la hora de asignar los turnos según estos datos y le recomendaría las mejores opciones. ¿Sería esto útil e interesante para la planificación?

Para la planificación del producto no. Sería interesante para la reorganización de las personas y de hecho estamos en un proyecto que conectará las habilidades de las personas, la disponibilidad de las mismas y las necesidades.

¿Tiene la empresa trabajadores en stand by para llamarlos si alguien no acude al trabajo en el último momento?

Si, pero es relativo, el tiempo para responder es de un día y no suele ser habitual, lo normal es reorganizar los recursos disponibles contratados.

¿Existe algún sistema de comunicación para que los trabajadores puedan ponerse en contacto con el encargado de los turnos?

El teléfono o el whatsapp en muchas ocasiones.

Si se pudiese coordinar mediante la aplicación, ¿Sería posible que los trabajadores tuviesen la opción de elegir turnos que se adaptasen a sus habilidades y mejor a su horario?

No, esto no es posible a día de hoy, lo vemos muy utópico. Un sistema que te determine necesidades y habilidades de los recursos disponibles ya es un gran avance.

La aplicación está planteada para una Smart Factory, por eso busca la conexión y recogida de datos. Estos datos pueden ser de los trabajadores como ausencias, horas trabajadas, horas extra etc. y también del proceso productivo.

Si se tuviese conectado y actualizado el plan de producción, de tal manera que, se pudiese visualizar la demanda que hay para cada día y organizar los horarios según esta, ¿Resultaría útil?

Existe varias herramientas

Una de SAP, LABOR MANAGEMENT que ayuda a determinar las necesidades de personal en función de los modelos a fabricar y por tanto la productividad por turno y por día.

Otra la MATRIZ DE HABILIDADES, donde se determina que puestos y habilidades conoce el empleado.

Otra el registro informático puesto por puesto, mediante lectores, que indica los puestos que un empleado ocupa a lo largo de una jornada dentro de la cadena productiva.

¿Le gustaría que la aplicación tuviese una conexión a tiempo real de la producción de la planta, de tal forma que se pudiese analizar los datos en el momento, y con ello, evaluar si es necesario llamar a más trabajadores, o en el caso en el que no se esté llegando a los objetivos de producción, añadir más turnos?

Todas estas herramientas comentadas buscan la planificación de las personas, pero nuestra filosofía no es llamar a una persona que cubra un puesto por breve tiempo y se vaya. Preferimos contratos a más largo plazo y que sea la organización del trabajo de los propios contratados la que resuelva estos problemas.

Si tuvieses la oportunidad de recopilar indicadores de los trabajadores, ¿Cuáles le resultarían útiles a la hora de asignar un turno u otro?

Los turnos vienen dados por la posibilidad legal de asignación a turnos (hay muchos con jornadas reducidas y turnos fijos por conciliación de la vida laboral). Por supuesto a la hora de asignar un puesto el parámetro principal es dominio del mismo.

Otra de las ideas para la aplicación sería organizarla jerárquicamente, de tal forma que organice los turnos el encargado y los responsables de los distintos grupos de trabajadores puedan realizar algunas modificaciones, o, planificar y distribuir el trabajo y tareas en las horas de los trabajadores que tienen a cargo. ¿Piensas que esto podría mejorar la comunicación y organización del trabajo en su empresa?

Esto se hace así.

¿Tiene alguna sugerencia que, como función de la aplicación, le podría gustar tenerla?

Pues la única sugerencia es que toda herramienta informática que ayude a Planificar los productos a fabricar y asignar los turnos y horarios de los trabajadores en función de sus habilidades es bienvenida, sin tener que dejar todo este conocimiento al Know How del encargado.

7.1.4 Road House

Road House is today a worldwide manufacturer for automotive industry. They work with friction materials, are brake pads manufacturers and components such as backing plates and accessories.



Figure 47: Road House logo

The interviewee was Miguel Angel Revilla, financial and human resources manager of the manufacture plant place in Ólvega (Soria), Spain.

Questionnaire

¿Utiliza la empresa alguna herramienta para la organización de los turnos en la planta? ¿Cuál?

No tenemos una herramienta global, tomamos la información del programa de ventas para analizar las necesidades de producción. En virtud de ello detectamos el personal que necesitamos para cubrir esas necesidades. Lo comparamos con el personal que tenemos contratado y disponible (tenemos en cuenta vacaciones, Bajas por enfermedad, permisos...) para que nos detecte los gaps y sacamos las necesidades de personal. Las tablas Excel son nuestra principal herramienta.

¿Cuáles son los principales problemas que tiene la empresa para organizar los turnos?

Es muy importante la coordinación con el Dpto. de RR.HH. para ver la disponibilidad real del personal que podemos disponer. Un problema importante son las Bajas por enfermedad, permisos (por defunción de familiares, hospitalización de familiares...). Puede haber problemas por la llegada de materias primas, problemas de mantenimiento pero en nuestro caso son menores. Además nuestro sector es en su mayoría sector aftermarket, siendo más agresivo cuando es sector automoción primer equipo.

Sí que en la organización de los turnos influye el personal con reducción de jornada por cuidado de hijos que pueden elegir horario en su turno de trabajo. Es un tema legal y se debe de considerar.

¿Con cuanta antelación se planifican los turnos? ¿Existe un día límite para publicarlos?

En nuestro caso la gente está asignada en su mayoría a un turno fijo, 3 turnos de trabajo rotativos, reforzamos los turnos en función de las necesidades. Si es de carácter temporal utilizamos ETT's.

¿Después de la publicación de los turnos, se realizan cambios en estos? Si es así, ¿Por qué se producen estos cambios?

Como decía anteriormente son turno fijos, se refuerzan en función de las necesidades productivas y las posibles bajas en un día concreto.

Una idea para la aplicación sería tener guardados los distintos procesos de producción de la planta, la productividad de las máquinas y las habilidades de los trabajadores. De esta forma la aplicación le ayudaría a tomar decisiones a la hora de asignar los turnos según estos datos y le recomendaría las mejores opciones. ¿Sería esto útil e interesante para la planificación?

Por supuesto que cualquier herramienta que te permita conocer la capacidad productiva real en cada momento sería muy interesante para cualquier proceso de fabricación.

¿Tiene la empresa trabajadores en stand by para llamarlos si alguien no acude al trabajo en el último momento?

Se dispone de una bolsa de trabajadores con cierta experiencia en empresas de Trabajo Temporal. Influye en gran medida la bonanza económica general y las necesidades de personal de otras empresas de la zona dado que estamos en un entorno rural con poca población.

¿Existe algún sistema de comunicación para que los trabajadores puedan ponerse en contacto con el encargado de los turnos?.

A través del teléfono se pueden poner en contacto directamente, hay un servicio de portería/auxiliares de seguridad también las 24 horas.

Si se pudiese coordinar mediante la aplicación, ¿Sería posible que los trabajadores tuviesen la opción de elegir turnos que se adaptasen a sus habilidades y mejor a su horario?

Sería muy positivo pero no es sencillo. Lo importante es tener detectadas las necesidades para cada turno y el personal para cubrirlas.

La aplicación está planteada para una Smart Factory, por eso busca la conexión y recogida de datos. Estos datos pueden ser de los trabajadores como ausencias, horas trabajadas, horas extra etc. y también del proceso productivo.

Actualmente con programas de gestión de RR.HH. y control de presencia se busca poder conocer el personal del que se dispone.

Si se tuviese conectado y actualizado el plan de producción, de tal manera que, se pudiese visualizar la demanda que hay para cada día y organizar los horarios según esta, ¿Resultaría útil?

Por supuesto que sí. Es vital conocer las demandas para cada día y los recursos de que se dispone.

¿Le gustaría que la aplicación tuviese una conexión a tiempo real de la producción de la planta, de tal forma que se pudiese analizar los datos en el momento, y con ello, evaluar si es necesario llamar a más trabajadores, o en el caso en el que no se esté llegando a los objetivos de producción, añadir más turnos?

Por supuesto que una herramienta que te permita conocer la producción de la planta en tiempo real es muy útil.

Si tuvieses la oportunidad de recopilar indicadores de los trabajadores, ¿Cuáles le resultarían útiles a la hora de asignar un turno u otro?

Tener detectado de cada persona los puestos para los que tienen conocimientos y habilidades (no sólo formación), desempeño en cada puesto de trabajo.....Problemáticas (no aptos para algunos puestos)....

Otra de las ideas para la aplicación sería organizarla jerárquicamente, de tal forma que organice los turnos el encargado y los responsables de los distintos grupos de trabajadores puedan realizar algunas modificaciones, o, planificar y distribuir el trabajo y tareas en las horas de los trabajadores que tienen a cargo. ¿Piensas que esto podría mejorar la comunicación y organización del trabajo en su empresa?

Es muy importante que organice los turnos alguien que conozca el producto, el taller, a las personas y por supuesto las necesidades reales.

¿Tiene alguna sugerencia que, como función de la aplicación, le podría gustar tenerla?

Tiene que ser aplicación fácil de mantener, interfaces con otros programas para automatizar al máximo, y que los datos los saque de una manera muy concreta y visual. Exceso de información a veces no es bueno.

7.1.5 Aerometallic

Aerometallic is a supply chain management company, specialised in a wide range of aerospace and commercial



materials to the aerospace, defence and specialist engineering markets.

Figure 48: Aerometallic logo

The manufacturing plant interviewed is in Tarazona (Aragón), Spain and the answers were provided by Juan Pedro Labat, plant manager.

Questionnaire

Por ponerte en antecedentes, te hablare de una de las plantas de Tarazona, dedicada al tratamiento superficial de piezas elementales de aeronaves.

Somos una empresa de una 100 personas que generalmente trabaja a 3 turnos de lunes a viernes

Los procesos en su mayoría están muy definidos, requieren formación que se adquiere con formación inicial y experiencia, aunque en algunos casos requiere de una certificación externa a la planta. El la mayoría de los procesos se requiere un cumplimiento estricto de las instrucciones de trabajo

En algunos procesos como la pintura se requiere conocimiento, pero sobre todo habilidad y experiencia

Resumen. Planta que gestiona unos 1500 articulos por mes, con 4 procesos (Shot peening, Líquidos penetrantes, tanques y pintura) muy diferentes entre si, no equilibrados, es decir no todas las piezas tienen el mismo reparto, que requieren conocimientos específicos en cada uno, certificación en otros por lo que solo con polivalencia consigues poder adecuar al trabajador al proceso requerido en esos momentos

¿Utiliza la empresa alguna herramienta para la organización de los turnos en la planta? ¿Cuál?

Si. Hoja Excel en tres niveles

Anualmente en la elaboración del presupuesto, donde se determina el N° de piezas mensualizadas que vamos a tratar. Con esto dimensionamos la planta en general y es donde detectamos necesidades de 4º turno o similares

Mensual. Donde revisamos la evolución del presupuesto. Sirve para ajustar el personal en N°

Semanal. Donde analizamos la cartera a 2 semanas vista. Sirve para determinar los turnos de las siguientes 2 semanas. Es aquí donde vemos el N° de personal necesario por turno y por proceso

¿Cuáles son los principales problemas que tiene la empresa para organizar los turnos?

Una vez ajustada tu capacidad a la necesidad en N° total de personas, la realidad es mas simple.

1.- Estas sujeto a convenios laborales. No puedes cambiar como marcaría la teoría de una hoja Excel

2.- Al ser una planta con mas días de apertura (240) que de calendario por operario (220) al menos durante 4 meses la dificultad viene dada por las vacaciones del personal

3.- Las demandas de clientes. Cuando estos lo quieren todo en la misma fecha

¿Con cuanta antelación se planifican los turnos? ¿Existe un día límite para publicarlos?

Con carácter general , los turnos son predefinidos a principios de año. Se fija que procesos van a trabajar a cuantos turnos.

Cuando se modifican los turnos en una área específica, se intenta informar al menos con 3 semanas de antelación, ya que esto cambia el ritmo de vida de todos los del área

Cuando se cambian personas individuales, por convenio debe hacerse con al menos 1 semana de tiempo

Siempre hablando de 1 a 3 turnos. Cuando hablamos de 4º y 5º turno, debe pasar por acuerdos con el comité de empresa. No se llega a un acuerdo en menos de 4 semanas.

¿Después de la publicación de los turnos, se realizan cambios en estos? Si es así, ¿Por qué se producen estos cambios?

Si, los turnos se cambian muy a menudo por diferentes causas

- Bajas que obligan a reequilibrar las diferentes áreas
- Clientes cuyas piezas desequilibran los procesos al requerir sus piezas más demanda de uno de ellos
- Averías de instalaciones o maquinas
- Pico de carga de trabajo de clientes conocidos
- Nueva carga de trabajo
-

Una idea para la aplicación sería tener guardados los distintos procesos de producción de la planta, la productividad de las máquinas y las habilidades de los trabajadores. De esta forma la aplicación le ayudaría a tomar decisiones a la hora de asignar los turnos según estos datos y le recomendaría las mejores opciones. ¿Sería esto útil e interesante para la planificación?

Seria de utilidad, es mas, es la piedra filosofal de la gestión de una compañía. Si lo consigues ya no necesitaras trabajar

¿Tiene la empresa trabajadores en stand by para llamarlos si alguien no acude al trabajo en el último momento?

En nuestro caso no.

¿Existe algún sistema de comunicación para que los trabajadores puedan ponerse en contacto con el encargado de los turnos?

Cada encargado tiene su correo electrónico, la realidad es que la comunicación es cara a cara y/o a través del teléfono o Whatsapp

Si se pudiese coordinar mediante la aplicación, ¿Sería posible que los trabajadores tuviesen la opción de elegir turnos que se adaptasen a sus habilidades y mejor a su horario?

No. Al final, se necesitan equipos de trabajo lo más estable posibles. Ya no solo por temas técnicos y de formación, sino por “mantener” las relaciones humanas lo mas estable posible.

La aplicación está planteada para una Smart Factory, por eso busca la conexión y recogida de datos. Estos datos pueden ser de los trabajadores como ausencias, horas trabajadas, horas extra etc. y también del proceso productivo.

Si se tuviese conectado y actualizado el plan de producción, de tal manera que, se pudiese visualizar la demanda que hay para cada día y organizar los horarios según esta, ¿Resultaría útil?

En un mundo teórico donde la flexibilidad fuera ilimitada, claramente si, ya que podrías adaptar la capacidad a la carga. Sin embargo, en el mundo real, existen calendarios laborales que suelen ser estrictos.

En entornos de fábricas multiprocesos y donde es difícil equilibrar las cargas de trabajo, la necesidad de tener el plan de producción casi online tiene como una de las ventajas optimizar los resultados de ocupación, al poder disponer de los trabajadores en cada momento en el puesto que lo requiera

¿Le gustaría que la aplicación tuviese una conexión a tiempo real de la producción de la planta, de tal forma que se pudiese analizar los datos en el momento, y con ello, evaluar si es necesario llamar a más trabajadores, o en el caso en el que no se esté llegando a los objetivos de producción, añadir más turnos?

No es que me gustaría, es lo ideal y hacia lo que tienden las fabricas 4.0

Si tuvieses la oportunidad de recopilar indicadores de los trabajadores, ¿Cuáles le resultarían útiles a la hora de asignar un turno u otro?

Hoy en día se intenta definir procesos robustos a prueba de cualquier trabajador, por lo que los indicadores individuales tipo eficiencia, índices de calidad etc. son cada vez menos empleados. Por ello los turnos no se determinan turnos por rendimiento personal, ni creo que sea necesario .

La asignación de un trabajador a un puesto determinado, viene dada por su capacitación al puesto , normalmente refrendada por módulos de formación, o por su habilidad y/o experiencia

Otra de las ideas para la aplicación sería organizarla jerárquicamente. De esta forma el encargado organiza los turnos y los responsables de los distintos grupos de trabajadores pueden planificar y distribuir el trabajo y tareas dentro de las horas de los trabajadores que tienen a cargo. ¿Piensa que esto podría mejorar la comunicación y organización del trabajo en su empresa? O, por el contrario, ¿Las tareas no varían de un día para otro, y por ello, no hace falta hacer una distribución más específica de estas?

Aunque con matices, esta la forma en la que nos organizamos nosotros. En un entorno en el que la demanda por procesos es cambiante, creo que es la mejor forma de hacerlo

¿Tiene alguna sugerencia que, como función de la aplicación, le podría gustar tenerla?

No te olvides que la distribución de turnos de trabajo es el resultado de haber calibrado correctamente tus necesidades.

Para llegar a esto es necesario dominar tu realidad, (Nº personas, horas extras, bajas, formación etc.) , pero más importante es conocer tu demanda. Entre medio tienes un factor básico que no has nombrado, y es la eficiencia, disponibilidad y ratios de calidad de los medios o personas.

7.1.6 Siemens - Gamesa



Figure 49: Siemens - Gamesa logo

Siemens - Gamesa is a company that works in the renewable energy sector.

They are specialised in offshore and onshore technology as well as industry-leading service solutions.

The manufacturing plant is located in Pamplona (Navarra), Spain. The interviewee is Vidal Martinez, industrial project manager.

Questionnaire

¿Utiliza la empresa alguna herramienta para la organización de los turnos en la planta? ¿Cuál?

Herramienta: Tablas Excel

Base de información:

- Datos SAP (ERP) => Productos (Modelos, Cantidad y Fechas ExWorks)
- Volumen Fabricación => Plan 2018 (revisión mensual)

¿Cuáles son los principales problemas que tiene la empresa para organizar los turnos?

Variación del plan (Volúmenes de fabricación) => Medio y Largo Plazo (3 a 6 meses)

Variación del programa de fabricación => Corto Plazo (de 1 semana a 1 mes)

Mix de Fabricación => Diferentes modelos con diferente carga de trabajo en línea multiproducto

Absentismo => Asignado valor % estándar pero variaciones a más que generan <valles> de capacidad

¿Con cuanta antelación se planifican los turnos? ¿Existe un día límite para publicarlos?

Notificación y revisión 2 semanas antes de fecha inicio de fabricación

¿Después de la publicación de los turnos, se realizan cambios en estos? Si es así, ¿Por qué se producen estos cambios?

No hay estándar de cambio pero sí hay flexibilidad respecto de cambios que puedan surgir según:

1. Variación del plan (Volúmenes de fabricación) => Medio y Largo Plazo (3 a 6 meses)
2. Variación del programa de fabricación => Corto Plazo (de 1 semana a 1 mes)
3. Mix de Fabricación => Diferentes modelos con diferente carga de trabajo en línea multiproducto
4. Absentismo => Asignado valor % estándar pero variaciones a más que generan <valles> de capacidad

Una idea para la aplicación sería tener guardados los distintos procesos de producción de la planta, la productividad de las máquinas y las habilidades de los trabajadores. De esta forma la aplicación le ayudaría a tomar decisiones a la hora de asignar los turnos según estos datos y le recomendaría las mejores opciones. ¿Sería esto útil e interesante para la planificación?

- Tanto los procesos como capacidades de las estaciones/medios y la matriz de cualificación se realizan para la asignación y generación de planes de organización y estratégicos para trabajo y mejora.
- Importante: Los mejores resultados lean (eficacia, menos desperdicios y mejor calidad) se producen con la reducción de cambios, con una gestión y organización del portfolio de producto y la estabilización de procesos (modelos a fabricar fijado y sin cambios durante su elaboración) lo que permite poka-yokes (aseguramiento de proceso) y mejora continua de producto y proceso de manera organizada y segura (H&S) y según los procedimientos establecidos por la empresa manteniendo la trazabilidad.

La asignación rápida y diaria de los turnos se realiza real y prácticamente en base a:

- Incidencias del día anterior y que estén previstas o notificadas para el mismo día (bien internas bien externas como falta de material)
- Por el absentismo mediante los medios de control de presencia a partir de los cuáles los encargados y responsables de producción realizan los ajustes y adaptaciones necesarios

Nota: Si se quiere aplicar sistemas Smart éstos deben estar orientados a la toma rápida de decisiones y no al empleo de tiempo en simulaciones. Los trabajos de simulación forman

parte del trabajo anterior a la fabricación y no en la fabricación en sí y directamente porque entonces no son herramientas eficaces.

¿Tiene la empresa trabajadores en stand by para llamarlos si alguien no acude al trabajo en el último momento?

Existe la figura de <absentista> pero no para llamarlos sino como una capacidad añadida de manera estándar cuyo objetivo es ser búffer y con su coste en budget añadido en todos los turnos. Es el único camino para poder afrontar el % diario, semanal, mensual y anual de ausencias y necesidades personales que se producen y puedan producir.

¿Existe algún sistema de comunicación para que los trabajadores puedan ponerse en contacto con el encargado de los turnos?

El contacto es directo. Los encargados y personas de ensamblaje forman equipos de trabajo y por tanto no hay canales (path o software) o procedimientos (documentos) de consulta, notificación, etc.

Si se pudiese coordinar mediante la aplicación, ¿Sería posible que los trabajadores tuviesen la opción de elegir turnos que se adaptasen a sus habilidades y mejor a su horario?

La política de HHRR contiene opciones a disposición de los trabajadores que pueden ser solicitadas según los procedimientos internos. De acuerdo a las solicitudes la empresa realiza la revisión y gestión de los mismos en los términos legales, contractuales y particulares que puedan estar establecidos en la empresa.

La aplicación está planteada para una Smart Factory, por eso busca la conexión y recogida de datos. Estos datos pueden ser de los trabajadores como ausencias, horas trabajadas, horas extra etc. y también del proceso productivo.

Si se tuviese conectado y actualizado el plan de producción, de tal manera que, se pudiese visualizar la demanda que hay para cada día y organizar los horarios según esta, ¿Resultaría útil?

La re-programación forma parte del trabajo diario y semanal según:

1. Variación del plan (Volúmenes de fabricación) => Medio y Largo Plazo (3 a 6 meses)
2. Variación del programa de fabricación => Corto Plazo (de 1 semana a 1 mes)
3. Mix de Fabricación => Diferentes modelos con diferente carga de trabajo en línea multiproducto
4. Absentismo => Asignado valor % estándar pero variaciones a más que generan <valles> de capacidad

Pero no como metodología sino como trabajo por incidencias y parámetros que requieren reprogramar como cambios de última hora del pedido, del producto, ó falta de material, averías en los medios,... etc.

¿Le gustaría que la aplicación tuviese una conexión a tiempo real de la producción de la planta, de tal forma que se pudiese analizar los datos en el momento, y con ello, evaluar si es necesario llamar a más trabajadores, o en el caso en el que no se esté llegando a los objetivos de producción, añadir más turnos?

La gestión flexible de trabajadores se puede conseguir a través de:

-O contratos flexibles sin horas con disponibilidad 100% de acceso al puesto de trabajo en un mínimo plazo de reacción (1h, 2h, ...) y pago por hora trabajada, no por salario fijo.

-O por empresas externas de trabajo a las cuáles se les solicite el extra de capacidad donde han de disponer de personas a trabajar por horas en cualquier momento y disponibilidad en 1h, 2h,... y sin salario fijo.

Este extra de capacidad no fija capacidad, debe realizarse para tareas de poca complejidad y responsabilidad y tiene coste de trabajo administrativo de preparación, gestión y documentación en la empresa.

La gestión flexible y aumento de turnos y con contratos no fijos y sólo por necesidad por horas es una cuestión legal y de estrategia de HHRR y acuerdos con sindicatos y parte social. El mero hecho de una aplicación no resuelve los puntos clave de la cuestión al respecto de la estrategia empresarial y los acuerdos sindicales y estado de la legislación laboral.

Si tuvieses la oportunidad de recopilar indicadores de los trabajadores, ¿Cuáles le resultarían útiles a la hora de asignar un turno u otro?

Formación, experiencia y capacitación (habilidades)

Otra de las ideas para la aplicación sería organizarla jerárquicamente. De esta forma el encargado organiza los turnos y los responsables de los distintos grupos de trabajadores pueden planificar y distribuir el trabajo y tareas dentro de las horas de los trabajadores que tienen a cargo. ¿Piensa que esto podría mejorar la comunicación y organización del trabajo en su empresa? O, por el contrario, ¿Las tareas no varían de un día para otro, y por ello, no hace falta hacer una distribución más específica de estas?

Las tareas principales no varían de un día para otro y por ello no hace falta una distribución más específica.

El cambio constante per-se no es una estrategia y no debe confundirse necesidad de cambio con cambiar por cambiar lo cuál en sí mismo no supone ninguna ventaja. Tiene que haber una necesidad y un para qué.

De acuerdo a la jerarquía, la organización, la formación, experiencia y capacitación se asignan las personas a los equipos de trabajo buscando cantidad con calidad y no problemas y esa es la clave de la gestión de producción. La gestión del cambio es un método táctico de tener capacidad de adaptación a las necesidades e incidencias para lo cual lo importante es:

- Existencia de información: Plan, programa y parte de incidencias
- Que las personas tengan formación y un mínimo de experiencia en más de un puesto de trabajo lo que permite el cambio sino el cambio no debe realizarse porque es un foco de problemas.

Con lo cual debe haber: gestión de producción => basada en conocimiento y experiencia de los encargados y responsables de producción para tratar la información y a las personas

¿Tiene alguna sugerencia que, como función de la aplicación, le podría gustar tenerla?

El problema no es la aplicación porque existen en el mercado docenas de aplicaciones (CAPTOR, SISTEPLANT, ...) para planificación, programación y EPR's específicos (RPS, SAP, ...).

El problema es cargar la información (habiendo definido qué información y quién la carga) y mantener la información actualizada con una adecuada definición de los interfaces (HMI's).

La empresa 4.0 requiere de equipos de carga-mantenimiento datos y de mejora de aplicación => Coste con su necesario pay-back (business case).

7.1.7 Seinsa

Seinsa is a company from Navarra, Spain, that has become an European benchmark in the world of automotive aftermarket parts. It parts and repair kits for brake assemblies, clutches, transmissions, steerings and shock absorbers and any other element of car repairs and general pieces of rubber, thermoplastic, as well as complementary metal elements.



Figure 50: Seinsa logo

The interviewee was José Espinosa, general manager of the company.

Questionnaire

¿Utiliza la empresa alguna herramienta para la organización de los turnos en la planta? ¿Cuál?

No, no tenemos ninguna herramienta.

En prensas:

Diariamente se realiza un MRP donde se ve la carga de trabajo y planifican los cambios en prensas, de forma una vez lanzadas las OF necesarias para cumplir necesidades, se completan las prensas con historicos para hacer stock.

En el resto de procesos:

En las áreas que completan las operaciones de prensas, dado que el takt time es mucho más corto, se finalizan las operaciones para terminar las piezas, pero sin una planificación.

En preparación de envase y envase:

Diariamente se realiza un MRP, y en función de las OF de kits necesarias, se planifican los puestos, al igual que prensas, si no completamos los puestos, se lanzan OF contra el stock.

Como ves, funcionamos basandonos en la experiencia de los responsables de área, y la única planificaicón que hacemos se basa en las expectativas de ventas, a partir de

las cuales vamos contratando personas para cubrir las necesidades.

¿Cuales son los principales problemas que tiene la empresa para organizar los turnos?

El principal problema que tenemos es la incertidumbre de pedidos, lo cual implica incertidumbre de necesidades de capacidad. No obstante, con los históricos y las previsiones, solemos ajustarnos, aunque el que lo paga es el cliente al que le retrasamos los pedidos.

También, desconocemos la productividad de una persona en concreto en diversos puestos, o en diversas máquinas, aunque recogemos partes no tenemos realizado el análisis. Siempre somos reactivos a la evolución del cliente, y desde el punto de vista de Seinsa, tenemos problemas de eficiencia.

¿Con cuanta antelación se planifican los turnos? ¿Existe un día límite para publicarlos?

La planificación que realizamos, es semanal, y tratamos de respetar en el caso de áreas que van a 3 turnos, que siempre se rote. No tenemos marcado un día, ya que por defecto, las personas van rotando y sí tenemos que comunicar un cambio, informamos antes del jueves de la semana anterior, pero no hay una regla escrita.

¿Después de la planificación de los turnos, se realizan cambios en estos? Si es así, ¿Por qué se producen estos cambios?

Normalmente no cambiamos los turnos, ya que tenemos pocas variaciones y al no existir una presión muy grande por parte del cliente, retrasamos las entregas. Los principales cambios suelen ser por problemas de las personas, temas de médicos, o similar.

Una idea para la aplicación sería tener guardados los distintos procesos de producción de la planta, la productividad de las máquinas y las habilidades de los trabajadores. De esta forma la aplicación le ayudaría a tomar decisiones a la hora de asignar los turnos según estos datos y le recomendaría las mejores opciones. ¿Sería esto útil e interesante para la planificación?

Sí que sería muy útil, de hecho, Seinsa ha comenzado un proyecto de captura de datos orientado, por una parte a un cálculo online del OEE y seguimiento de los estándares, y como visión futura, a un análisis de las capacidades de las personas en diferentes puestos.

Hoy en día resulta complicado que una persona quiera cambiar, pero hemos comenzado experiencias de polivalencia y flexibilidad en diversos puestos, con la idea de dar oportunidades de desarrollo a las personas y aumentar la flexibilidad de los procesos de fabricación. Creemos que la idea que se plantea sería de mucha utilidad, ya que nos permitiría tomar decisiones por adelantado que ahora simplemente reaccionamos.

¿Tiene la empresa trabajadores en stand by para llamarlos si alguien no acude al trabajo en el último momento?

No, lo que hacemos es tener en algunas líneas, personas que pueden hacer varios trabajos, y tratamos de equilibrar la producción.

¿Existe algún sistema de comunicación para que los trabajadores puedan ponerse en contacto con el encargado de los turnos?

No, se comunican por teléfono, el encargado que más personas tiene a su cargo son 21, así que se controlan via teléfono.

Si se pudiese coordinar mediante la aplicación, ¿Sería posible que los trabajadores tuviesen la opción de elegir turnos que se adaptasen a sus habilidades y mejor a su horario?

Este es un tema complejo para Seinsa, en la actualidad, tratamos de que en las líneas que hay 3 turnos o 2 turnos, las personas roten, y nunca nos hemos planteado darles opción a elegir turnos. Entiendo que este es un tema si hubiese la oportunidad, deberían gestionarlo entre ellos informando al responsable del área, pero en este apartado me surgen dudas desde el punto de vista de capacidad para organizar los turnos, es algo que deberíamos analizar.

La aplicación está planteada para una Smart Factory, por eso busca la conexión y recogida de datos. Estos datos pueden ser de los trabajadores como ausencias, horas trabajadas, horas extra etc. y también del proceso productivo. Si se tuviese conectado y actualizado el plan de producción, de tal manera que, se pudiese visualizar la demanda que hay para cada día y organizar los horarios según esta, ¿Resultaría útil?

Por supuesto que sí, realmente ese es uno de nuestros objetivos finales con la captura de datos, queremos partiendo de los datos del cliente, tanto históricos, previsiones y pedidos en firme, Ser capaces de prever que necesidades de fabricación debemos tener.

Por ello sería fundamental conocer:

- . - Capacidad de cada máquina/persona.
- .- Capacidad de cada persona/proceso.

Y en función de las necesidades, poder realizar una planificación mucho más ajustada, entendiendo que necesitaremos disponer de personas que fuesen polivalentes y capaces de realizar diferentes procesos. Para nosotros supondría poder visualizar las necesidades de

capacidad con antelación, teniendo mucha más información para cumplir la planificación, ya que tenemos históricos de personas.

¿Le gustaría que la aplicación tuviese una conexión a tiempo real de la producción de la planta, de tal forma que se pudiese analizar los datos en el momento, y con ello, evaluar si es necesario llamar a más trabajadores, o en el caso en el que no se esté llegando a los objetivos de producción, añadir más turnos?

Sí que resultaría muy interesante, está en línea con lo que comentaba en la anterior pregunta, una aplicación de este tipo nos permitiría adelantarnos a las incidencias de baja productividad, o falta de personas para diferentes procesos.

¿Si tuvieses la oportunidad de recopilar indicadores de los trabajadores, ¿Cuáles le resultarían útiles a la hora de asignar un turno u otro?

Antes comente algo, principalmente:

- Capacidad de cada máquina/persona.
- Capacidad de cada persona/proceso.

Y si esta información la tenemos por el turno que ha estado, también sabríamos si es más eficiente en mañana, tarde o noche.

Otra de las ideas para la aplicación sería organizarla jerárquicamente, de tal forma que organice los turnos el encargado y los responsables de los distintos grupos de trabajadores puedan realizar algunas modificaciones, o, planificar y distribuir el trabajo y tareas en las horas de los trabajadores que tienen a cargo. ¿Piensas que esto podría mejorar la comunicación y organización del trabajo en su empresa?

Sí que resultaría muy interesante, ya que el propio trabajador puede participar en la planificación, siempre con el objetivo común de alcanzar un nivel de servicio. También creo que este apartado requiere de un nivel de desarrollo de personas importante, ya que en muchos casos, hay personas que no quieren tomar decisiones y quieren que se les den los temas marcados, pero estoy convencido de que es parte del futuro.

Tiene alguna sugerencia que, como función de la aplicación, le podría gustar tenerla?

En mi opinión, todo el desarrollo que planteas forma parte de la industria del futuro, donde las personas van a tener que ir de la mano de la tecnología, es decir, que van a tener que adoptar dichos sistemas para ser competitivas. Sería muy interesante, si disponemos de información de cada operario, que la aplicación dispusiese de :

-
- . - Inteligencia para proponer una configuración óptima de personas/turnos.
 - . - Inteligencia para detectar cuellos de botella cuando realizas una configuración de personas/turno manual.
 - .- Propuesta de formación para personas que no alcancen el rendimiento en algunos procesos.
 - .- Sistemas de información de la polivalencia.

7.1.8 ACP Technologies

ACP Technologies supply the whole chain of manufacture passive products. Since the reception of raw material until the packaging of the finishing product.



Figure 51: ACP Technology logo

It is located in Tarazona (Aragón), Spain and the interviewee was its plant manager Juan Carlos Martinez.

Questionnaire

¿Utiliza la empresa alguna herramienta para la organización de los turnos en la planta? ¿Cuál?

Si Microsoft Excel, basada principalmente en datos semanales y filtros mediante autofiltros.

¿Cuáles son los principales problemas que tiene la empresa para organizar los turnos?

Sobre todo cubrir días del personal, por días de libre disposición, vacaciones y bajas.

¿Con cuanta antelación se planifican los turnos? ¿Existe un día límite para publicarlos?

Todo el personal sabe al turno que va siempre (anual), son rotaciones semanales de “mañana-noche-tarde”.

Pero todo el mundo esta expuesto a un cambio de turno si las necesidades de producción lo requieren, y semanalmente se publica un listado con los turnos de la

nueva semana, avisando a comienzos de semana a las personas que se les haya alterado su turno “oficial”.

- Normalmente se intenta volver al turno “oficial” a las personas que se les cambia, cuando es posible.

¿Después de la publicación de los turnos, se realizan cambios en estos? Si es así, ¿Por qué se producen estos cambios?

Salvo fuerza mayor, los turnos semanales no se cambian, si se tuvieran que cambiar, se suele hacer mediante diálogo y sentido común, y con rotaciones (con el personal de ese turno) en el caso de otro cambio extraordinario.

- Normalmente son por días de asuntos propios, (cada trabajador tiene 6 al año), o por bajas inesperadas.

Una idea para la aplicación sería tener guardados los distintos procesos de producción de la

planta, la productividad de las máquinas y las habilidades de los trabajadores. De esta forma la

aplicación le ayudaría a tomar decisiones a la hora de asignar los turnos según estos datos y le

recomendaría las mejores opciones. ¿Sería esto útil e interesante para la planificación?

-Sería muy interesante, pero habría que tener mas cosas en cuenta, en caso del proceso de mi empresa, así como polivalencias del personal, y sobre todo prioridades semanales de cada máquina, hay semanas que máquinas no son” importantes” y a la siguiente semana si.

¿Tiene la empresa trabajadores en stand by para llamarlos si alguien no acude al trabajo en el último momento?

No, en caso de fallar un trabajador que este asignado a una máquina con máxima prioridad, la persona encargada de turno, suple esta ausencia, cambiando a otra

persona que se encuentra en una maquina de menos importancia prioritaria, (normalmente la mayoría de las personas de un turno, tienen polivalencia total con todas las máquinas).

¿Existe algún sistema de comunicación para que los trabajadores puedan ponerse en contacto con el encargado de los turnos?

Verbalmente y diariamente.

Alguna vez mediante telefono “whasap”.

Si se pudiese coordinar mediante la aplicación, ¿Sería posible que los trabajadores tuviesen la

opción de elegir turnos que se adaptasen a sus habilidades y mejor a su horario?

Complicado por mi experiencia, Si no hay una persona que organice los turnos de 60 personas y lo haga con media autoridad, es imposible que 60 personas puedan elegir turnos para una mejor gestión de la producción.

Pero vamos si esto funcionara, seria fantástico, para los trabajadores, para la empresa.

La aplicación está planteada para una Smart Factory, por eso busca la conexión y recogida de datos. Estos datos pueden ser de los trabajadores como ausencias, horas trabajadas, horas extra etc. y también del proceso productivo.

Si se tuviese conectado y actualizado el plan de producción, de tal manera que, se pudiese **visualizar la demanda que hay para cada día y organizar los horarios según esta, ¿Resultaría útil?**

Sería muy útil.

¿Le gustaría que la aplicación tuviese una conexión a tiempo real de la producción de la planta, de tal forma que se pudiese analizar los datos en el momento, y con ello, evaluar si es necesario llamar a más trabajadores, o en el caso en el que no se esté llegando a los objetivos de producción, añadir más turnos?

Si, por supuesto. De echo ahora mismo desde mi móvil puedo acceder a la producción de la empresa y ver las incidencias existentes y sobre todo la producción fabricada.

Si tuvieses la oportunidad de recopilar indicadores de los trabajadores, ¿Cuáles le resultarían útiles a la hora de asignar un turno u otro?

Sobre todo la productividad y polivalencias.

Otra de las ideas para la aplicación sería organizarla jerárquicamente. De esta forma el encargado organiza los turnos y los responsables de los distintos grupos de trabajadores pueden planificar y distribuir el trabajo y tareas dentro de las horas de los trabajadores que tienen a cargo. ¿Piensa que esto podría mejorar la comunicación y organización del trabajo en su empresa? O, por el contrario, ¿Las tareas no varían de un día para otro, y por ello, no hace falta hacer una distribución más específica de estas?

Cuando trabajas las 24 horas del día de lunes a viernes a full time de maquinas es difícil planificar o distribuir el trabajo de otra forma, claro sin meter un cuarto turno.

En mi fábrica tenemos un proyector a la vista de todo el personal, en ese proyector se visualizan las máquinas, incidencias y cantidad fabricada por hora. Esto es muy útil, ya que cuando una máquina tiene una incidencia, bien por avería o por cambio de referencia, se ilumina un giratorio y esta máquina queda marcada, así el equipo de mantenimiento acude enseguida a solucionarla. Comento esto porque diariamente yo marco las 3 maquinas mas prioritarias de las 10 posibles, y así el encargado de turno puede gestionar al personal en caso de necesitarlo.

¿Tiene alguna sugerencia que, como función de la aplicación, le podría gustar tenerla?

Tener un cuadrante semanal y que avisara al móvil a cualquier persona que sufriera un cambio dentro de su turno oficial, así como aviso diario de a que maquina va o que trabajo va a desempeñar.

7.1.9 MAPSA

MAPSA is a company that supplies to the european automotive sector aluminium wheel rim fabrication for automobiles and vehicles.



Figure 52: MAPSA logo

The manufacturing plant interviewed is in Orcoyen (Navarra), Spain and the person who has answered is the HR manager Luis Esparza.

Questionnaire

¿Utiliza la empresa alguna herramienta para la organización de los turnos en la planta? ¿Cuál?

En estos momentos para la organización de turnos y plantilla utilizamos Excel. No obstante, estamos trabajando con una empresa especializada en Control de Presencia, para desarrollar una aplicación que nos ayude en la gestión.

¿Cuáles son los principales problemas que tiene la empresa para organizar los turnos?

Incidencias en la plantilla (absentismo, permisos, ...) y la falta de personal cualificado en algunos puestos.

¿Con cuanta antelación se planifican los turnos? ¿Existe un día límite para publicarlos?

Trabajamos en dos etapas: primero definimos un calendario estándar de forma trimestral que se publica y entrega con un mes de antelación. En la segunda etapa se recogen las incidencias previstas y se publican el viernes de la semana anterior.

¿Después de la publicación de los turnos, se realizan cambios en estos? Si es así, ¿Por qué se producen estos cambios?

Por incidencias no planificadas, bajas enfermedad, permisos, cambios de última hora, etc.

Una idea para la aplicación sería tener guardados los distintos procesos de producción de la planta, la productividad de las máquinas y las habilidades de los trabajadores. De esta forma la aplicación le ayudaría a tomar decisiones a la hora de asignar los turnos según estos datos y le recomendaría las mejores opciones. ¿Sería esto útil e interesante para la planificación?

Para nuestra gestión de RR.HH. es más interesante el conocimiento de las habilidades de los trabajadores (polivalencia) en cada puesto/máquina.

¿Tiene la empresa trabajadores en stand by para llamarlos si alguien no acude al trabajo en el último momento?

Generalmente sí. Tenemos un pool disponible para llamarles.

¿Existe algún sistema de comunicación para que los trabajadores puedan ponerse en contacto con el encargado de los turnos?

Todos los encargados disponen de teléfono móvil de empresa. También pueden ponerse en contacto telefónicamente a través de la centralita o el propio dpto. de RR.HH.

Si se pudiese coordinar mediante la aplicación, ¿Sería posible que los trabajadores tuviesen la opción de elegir turnos que se adaptasen a sus habilidades y mejor a su horario?

No, pero sí tenemos cierta flexibilidad para acomodar los turnos a sus necesidades, en función de las posibilidades organizativas.

La aplicación está planteada para una Smart Factory, por eso busca la conexión y recogida de datos. Estos datos pueden ser de los trabajadores como ausencias, horas trabajadas, horas extra etc. y también del proceso productivo.

Si se tuviese conectado y actualizado el plan de producción, de tal manera que, se pudiese visualizar la demanda que hay para cada día y organizar los horarios según esta, ¿Resultaría útil?

No. Por lo general las necesidades de personal y productivas son más o menos estables.

¿Le gustaría que la aplicación tuviese una conexión a tiempo real de la producción de la planta, de tal forma que se pudiese analizar los datos en el momento, y con ello, evaluar si es necesario llamar a más trabajadores, o en el caso en el que no se esté llegando a los objetivos de producción, añadir más turnos?

La organización de la producción es competencia de la Dirección de Operaciones Industriales.

Si tuvieses la oportunidad de recopilar indicadores de los trabajadores, ¿Cuáles le resultarían útiles a la hora de asignar un turno u otro?

Cualificación, polivalencia, disponibilidad y otros (personal que pertenece a los equipos de los auxilios y emergencias).

Otra de las ideas para la aplicación sería organizarla jerárquicamente. De esta forma el encargado organiza los turnos y los responsables de los distintos grupos de trabajadores pueden planificar y distribuir el trabajo y tareas dentro de las horas de los trabajadores que tienen a cargo. ¿Piensa que esto podría mejorar la comunicación y organización del trabajo en su empresa? O, por el contrario, ¿Las tareas no varían de un día para otro, y por ello, no hace falta hacer una distribución más específica de estas?

No es necesaria la organización diaria de tareas.

¿Tiene alguna sugerencia que, como función de la aplicación, le podría gustar tenerla?

Dependiendo de las posibilidades de la misma, pero ya estamos trabajando en el desarrollo de una herramienta para ello.

7.1.10 Schmidt + Clemens

Schmidt + Clemens is a worldwide company that works



in the chemical industrial sector manufacturing spun cast components for petrochemical and DRI plants. The production plant interviewed in Spain is situated in Murieta (Navarra).

Figure 53: Schmidt + Clemens logo

The interviewee was the general manager of the plant José Ramón Echeverría Erce.

Questionnaire

¿Utiliza la empresa alguna herramienta para la organización de los turnos en la planta? ¿Cuál?

No. La planta está organizada en áreas no muy numerosas y es gestionada por los responsables de área. En principio los empleados rotan a tres turnos de manera automática y con un periodo de vacaciones fijado para la empresa que se cumple en un 90% del personal.

La planta, salvo la fundición, tiene las características más propias de un taller que de una cadena, por lo que es fácil

¿Cuáles son los principales problemas que tiene la empresa para organizar los turnos?

Absentismo, ausencias inesperadas, conciliación de la vida familiar (reducciones de jornada y elección de turno por cuidado de menores y familiares), reserva de vacaciones tras IT ...

¿Con cuanta antelación se planifican los turnos? ¿Existe un día límite para publicarlos?

Los turnos rotan de manera natural y las personas tienen bastante estabilidad en el puesto. Los cambios se publican el jueves/viernes de la semana anterior, aunque hay mucha flexibilidad por la parte de la dirección y de los trabajadores, por lo que está sujeto a cambios acordados entre las partes.

¿Después de la publicación de los turnos, se realizan cambios en estos? Si es así, ¿Por qué se producen estos cambios?

Sí. Nuevos imprevistos por incapacidad temporal, permisos, atención urgencias personales...

Una idea para la aplicación sería tener guardados los distintos procesos de producción de la planta, la productividad de las máquinas y las habilidades de los trabajadores. De esta forma la aplicación le ayudaría a tomar decisiones a la hora de asignar los turnos según estos datos y le recomendaría las mejores opciones. ¿Sería esto útil e interesante para la planificación?

Sí. No es crítico para nuestro tipo de producción, pero sería útil.

¿Tiene la empresa trabajadores en stand by para llamarlos si alguien no acude al trabajo en el último momento?

No, pero la función cuenta con unos comodines que puede dedicar a producción o a tareas auxiliares dependiendo de las necesidades.

¿Existe algún sistema de comunicación para que los trabajadores puedan ponerse en contacto con el encargado de los turnos?

Los tradicionales. Teléfono, correo electrónico, WhatsApp.

Si se pudiese coordinar mediante la aplicación, ¿Sería posible que los trabajadores tuviesen la opción de elegir turnos que se adaptasen a sus habilidades y mejor a su horario?

Todo lo que facilite conciliar la vida familiar sin generar trastornos a la empresa tiene una especial relevancia, especialmente en estos tiempos en los que la posibilidad de atender la vida familiar tiene más importancia a la hora de ser considerado un empleador atractivo.

La aplicación está planteada para una Smart Factory, por eso busca la conexión y recogida de datos. Estos datos pueden ser de los trabajadores como ausencias, horas trabajadas, horas extra etc. y también del proceso productivo.

Si se tuviese conectado y actualizado el plan de producción, de tal manera que, se pudiese visualizar la demanda que hay para cada día y organizar los horarios según esta, ¿Resultaría útil?

Sí, pero hay que tener en cuenta que cuanto más complejo y más difícil se haga la conexión a las diversas aplicaciones de producción existentes en el mercado, más difícil será tener éxito.

¿Le gustaría que la aplicación tuviese una conexión a tiempo real de la producción de la planta, de tal forma que se pudiese analizar los datos en el momento, y con ello, evaluar si es necesario llamar a más trabajadores, o en el caso en el que no se esté llegando a los objetivos de producción, añadir más turnos?

No tiene sentido en nuestro tipo de producción.

Si tuvieses la oportunidad de recopilar indicadores de los trabajadores, ¿Cuáles le resultarían útiles a la hora de asignar un turno u otro?

Preferencias personales, polivalencias (habilidades), cumplimiento legal (límite de 80 horas extras anuales, descansos entre jornadas...), absentismo...

Otra de las ideas para la aplicación sería organizarla jerárquicamente. De esta forma el encargado organiza los turnos y los responsables de los distintos grupos de trabajadores pueden planificar y distribuir el trabajo y tareas dentro de las horas de los trabajadores que tienen a cargo. ¿Piensa que esto podría mejorar la comunicación y organización del trabajo en su empresa? O, por el contrario, ¿Las tareas no varían de un día para otro, y por ello, no hace falta hacer una distribución más específica de estas?

Las tareas no varían mucho. Existen puestos donde la maquinaria trabaja a tres turnos las 24 horas del día, por lo que suelen ser las máquinas las que mandan en el proceso.

¿Tiene alguna sugerencia que, como función de la aplicación, le podría gustar tenerla?

Asignación de vacaciones, gestión de jornadas de asuntos propios, gestión de bolsa de horas y horas extras...

7.1.11 GrafTec

GraFtech is a world leader in graphite material science. In Pamplona (Navarra), Spain, they have a graphite electrode manufacturing facility, which is the one interviewed for the project.



Figure 54: GraFtech logo

The person interviewed was Miguel Celaya, the HR manager of the plant.

Questionnaire

¿Utiliza la empresa alguna herramienta para la organización de los turnos en la planta? ¿Cuál?

Excel

¿Cuáles son los principales problemas que tiene la empresa para organizar los turnos?

No tiene problemas significativos. Los turnos son bien aceptados por los trabajadores porque la prima por trabajar en ellos es atractiva.

¿Con cuanta antelación se planifican los turnos? ¿Existe un día límite para publicarlos?

Se planifican anualmente si bien en determinadas circunstancias (por ejemplo incrementos o disminuciones de producción) se pueden ajustar.

¿Después de la publicación de los turnos, se realizan cambios en estos? Si es así, ¿Por qué se producen estos cambios?

Contestado en la anterior

Una idea para la aplicación sería tener guardados los distintos procesos de producción de la planta, la productividad de las máquinas y las habilidades de los

trabajadores. De esta forma la aplicación le ayudaría a tomar decisiones a la hora de asignar los turnos según estos datos y le recomendaría las mejores opciones. ¿Sería esto útil e interesante para la planificación?

Claro, hay una tabla con las polivalencias de los trabajadores a turnos. De hecho para trabajar a turnos una exigencia es que algunos trabajadores tengan posibilidad de trabajar en dos, tres, y hasta cinco trabajos distintos.

¿Tiene la empresa trabajadores en stand by para llamarlos si alguien no acude al trabajo en el último momento?

Si. Se llaman “corre turnos” y trabajan de mañana (6,30-14,30) o de central (8,15-16.15). En el caso de un absentismo, un permiso retribuido, un permiso sindical u otro el “corre turnos” se ajusta al horario del ausente.

¿Existe algún sistema de comunicación para que los trabajadores puedan ponerse en contacto con el encargado de los turnos?

Por teléfono móvil

Si se pudiese coordinar mediante la aplicación, ¿Sería posible que los trabajadores tuviesen la opción de elegir turnos que se adaptasen a sus habilidades y mejor a su horario?

Entre ellos se cambian turnos, es una práctica permitida siempre que sea comunicada previamente al mando

La aplicación está planteada para una Smart Factory, por eso busca la conexión y recogida de datos. Estos datos pueden ser de los trabajadores como ausencias, horas trabajadas, horas extra etc. y también del proceso productivo.

Si se tuviese conectado y actualizado el plan de producción, de tal manera que, se pudiese visualizar la demanda que hay para cada día y organizar los horarios según esta, ¿Resultaría útil?

Esas necesidades ya están cubiertas por el control de presencia y por las hojas de Excel con la que llevamos los días trabajados

¿Le gustaría que la aplicación tuviese una conexión a tiempo real de la producción de la planta, de tal forma que se pudiese analizar los datos en el momento, y con ello, evaluar si es necesario llamar a más trabajadores, o en el caso en el que no se esté llegando a los objetivos de producción, añadir más turnos?

No es necesario, no tenemos esas necesidades

Si tuvieses la oportunidad de recopilar indicadores de los trabajadores, ¿Cuáles le resultarían útiles a la hora de asignar un turno u otro?

Ya he comentado, la tabla de polivalencias

Otra de las ideas para la aplicación sería organizarla jerárquicamente. De esta forma el encargado organiza los turnos y los responsables de los distintos grupos de trabajadores pueden planificar y distribuir el trabajo y tareas dentro de las horas de los trabajadores que tienen a cargo. ¿Piensa que esto podría mejorar la comunicación y organización del trabajo en su empresa? O, por el contrario, ¿Las tareas no varían de un día para otro, y por ello, no hace falta hacer una distribución más específica de estas?

En nuestro sector, empresa química de proceso continuo, no hay gran variabilidad de tareas de un día para otro

¿Tiene alguna sugerencia que, como función de la aplicación, le podría gustar tenerla?

No especialmente. Pero esta recogida de datos parece más dirigida a empresas manufactureras de automoción o producción de bienes de consumo.

7.1.12 MUBEA

Mubea is a specialist in innovative lightweight construction and provider of heavy duty spring components and related products. The manufacturing plant interviewed is located in Ágreda (Soria), Spain. The interviewed was their HR manager Laura Echave.

The logo for Mubea, featuring the word "Mubea" in a bold, blue, sans-serif font.

Figure 55: Mubea logo

Questionnaire

¿Utiliza la empresa alguna herramienta para la organización de los turnos en la planta? ¿Cuál?

No

¿Cuáles son los principales problemas que tiene la empresa para organizar los turnos?

La falta de polivalencia motivada por una formación larga y muchos puestos técnicos. Falta de personal en caso de ausencias y tiempo de reacción muy corto desde que se comunica la ausencia.

¿Con cuanta antelación se planifican los turnos? ¿Existe un día límite para publicarlos?

En líneas generales los turnos están definidos en el calendario y se respetan, salvo momentos de falta o exceso de capacidad.

¿Después de la publicación de los turnos, se realizan cambios en estos? Si es así, ¿Por qué se producen estos cambios?

Falta o exceso de capacidad.

Una idea para la aplicación sería tener guardados los distintos procesos de producción de la planta, la productividad de las máquinas y las habilidades de los trabajadores. De esta forma la aplicación le ayudaría a tomar decisiones a la hora de asignar los turnos según estos datos y le recomendaría las mejores opciones. ¿Sería esto útil e interesante para la planificación?

Si entiendes y comprendes el funcionamiento de la fábrica no es necesario, bajo mi punto de vista sería más interesante disponer del personal.

¿Tiene la empresa trabajadores en stand by para llamarlos si alguien no acude al trabajo en el último momento?

No

¿Existe algún sistema de comunicación para que los trabajadores puedan ponerse en contacto con el encargado de los turnos?

Si hay un teléfono, pero al trabajar en 4 – 5 turnos, hay momentos en los que no están disponibles.

Si se pudiese coordinar mediante la aplicación, ¿Sería posible que los trabajadores tuviesen la opción de elegir turnos que se adaptasen a sus habilidades y mejor a su horario?

A nivel de trabajadores sería interesante, a nivel industrial dado que cada persona tiene habilidades diferentes habría momentos en los que se descompensaría los turnos, transmitiéndolo posteriormente a la productividad.

La aplicación está planteada para una Smart Factory, por eso busca la conexión y recogida de datos. Estos datos pueden ser de los trabajadores como ausencias, horas trabajadas, horas extra etc. y también del proceso productivo.

Si se tuviese conectado y actualizado el plan de producción, de tal manera que, se pudiese visualizar la demanda que hay para cada día y organizar los horarios según esta, ¿Resultaría útil?

No, nuestra planificación final se hace 1 día antes de producir, y esta puede sufrir modificaciones.

¿Le gustaría que la aplicación tuviese una conexión a tiempo real de la producción de la planta, de tal forma que se pudiese analizar los datos en el momento, y con ello, evaluar si es necesario llamar a más trabajadores, o en el caso en el que no se esté llegando a los objetivos de producción, añadir más turnos?

Nuestra estructura necesita siempre del mismo número de personas.

Si tuvieses la oportunidad de recopilar indicadores de los trabajadores, ¿Cuáles le resultarían útiles a la hora de asignar un turno u otro?

Habilidades

Otra de las ideas para la aplicación sería organizarla jerárquicamente, de tal forma que organice los turnos el encargado y los responsables de los distintos grupos de trabajadores puedan realizar algunas modificaciones, o, planificar y distribuir el trabajo y tareas en las horas de los trabajadores que tienen a cargo. ¿Piensa que esto podría mejorar la comunicación y organización del trabajo en su empresa?

Puede ayudar pero no enfocado a los encargados, ya que ellos tienen trabajos enfocados a la producción. En encargado no conoce toda la normativa y la situación de todas las personas, bajas etc..... Y hay momentos en los que al trabajar en 4 turnos no está en fabrica