

The image shows a stylized factory floor layout. It features several workstations represented by colored rectangles: a large green one in the top-left, a blue one in the center, and three green ones in a row at the bottom. A yellow vertical bar is on the left, and a yellow horizontal bar is at the top. A grey robotic arm is positioned at the top-left workstation, another at the center workstation, and a third at the rightmost workstation in the bottom row. A conveyor belt system is shown with yellow vertical bars and horizontal lines. The floor is brown with a dashed line indicating a boundary. The text 'SESIÓN 8' is centered at the top, and 'TIPOS DE SISTEMAS DE MANUFACTURA' is centered in the middle.

SESIÓN 8

TIPOS DE SISTEMAS DE MANUFACTURA

CONTENIDO

Términos en manufactura

Clasificación de sistemas de manufactura

Beneficios y ejemplos de sistemas de
manufactura

Los componentes de un sistema de manufactura son:

- Máquinas de producción más herramientas, fijaciones y demás hardware relacionado.
- Sistema de manejo de materiales
- Sistemas computacionales para coordinar y/o controlar estos componentes
- Trabajadores humanos

Máquinas de producción

Son aquellas que procesan o ensamblan los materiales transformados en un sistema de producción. Las máquinas pueden ser clasificadas como:

- (1) Manuales
- (2) Semi-automáticas
- (3) completamente automáticas

Las máquinas manuales están operadas o supervisadas por un trabajador humano.

Máquinas de producción

Las máquinas semi-automáticas desempeñan una porción del ciclo del trabajo bajo algún programa de control, y un trabajador humano atiende a la máquina para re-establecer el ciclo, cargar o descargarla o cualquier otra operación requerida cada ciclo.

Las máquinas completamente automáticas puede operar por extensos periodos de tiempo sin atención humana. Solo se requiere la presencia de un operador para supervisión general, mantenimiento o cualquier operación no síncrona con los ciclos de trabajo.

Estación de trabajo

Se refiere a la localidad en la fábrica donde una tarea bien definida u operación se realiza mediante una máquina automática, una combinación trabajador-máquina, o un trabajador usando herramientas manuales y/o herramientas portátiles de potencia.



Sistemas de manipulación de materiales

Los sistemas de producción o ensamble de partes o productos requieren de las siguientes funciones a ser proveídas por un sistema de manipulación de materiales:

- (1) Carga y descargar de unidades de trabajo
- (2) Posicionamiento de unidades de trabajo en cada estación

y en sistemas de manufactura con múltiples estaciones también se requiere de

- (3) transportación de unidades de trabajo entre estaciones.

Estos sistemas de manipulación de materiales también realizan

- (4) almacenamiento temporal de unidades de trabajo.

Sistemas de manipulación de materiales

El trabajo de transportación entre estaciones de trabajo puede hacerse manualmente cuando las unidades son pequeñas y ligeras; cuando se decide o necesita utilizar un sistema automático, éste puede ser usando equipo para levantar y desplazar piezas.

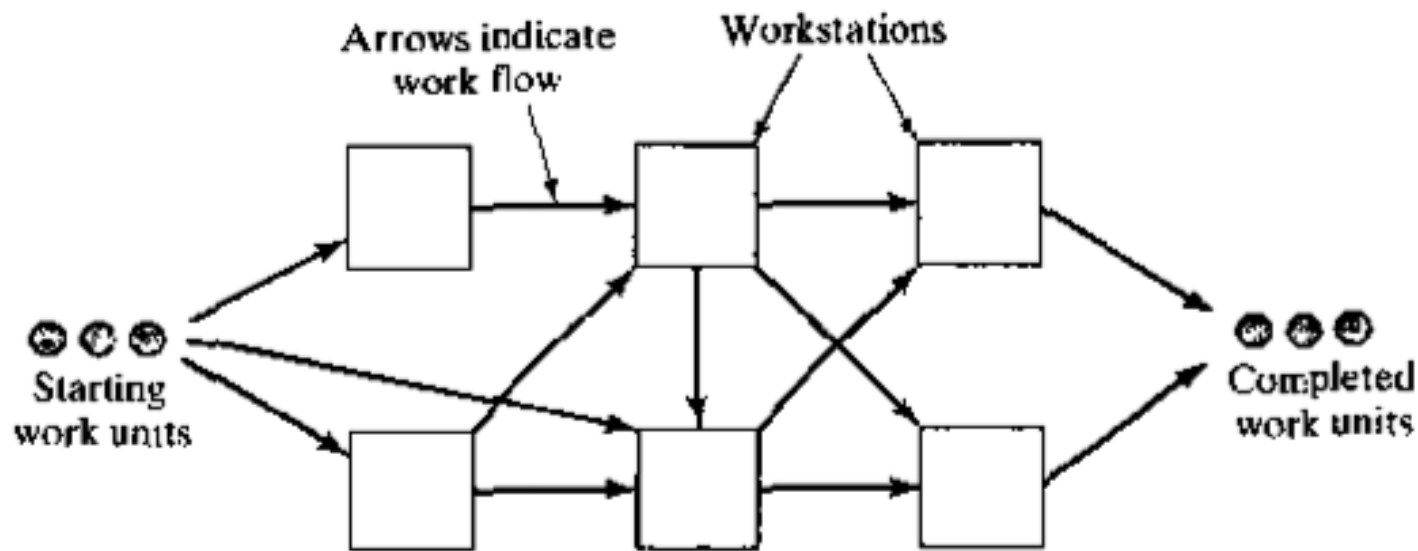
Sistemas de manipulación de materiales

Existen dos tipos de categorías para el transporte de unidades de trabajo de acuerdo al tipo de ruteo entre las estaciones:

- (1) de ruteo variable
- (2) de ruteo fijo

Ruteo variable

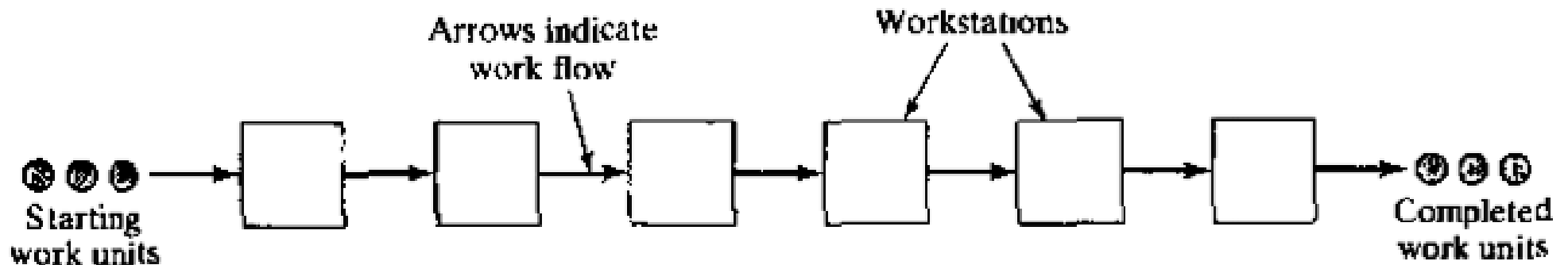
En el ruteo variable las unidades de trabajo son transportadas a través de una variedad de secuencias de estaciones de trabajo. Se están procesando diferentes unidades de trabajo simultáneamente.



Ejemplos: Vehículos guiados automáticamente, Bandas transportadoras aéreas, monorrieles, transportadores seguidores de línea.

Ruteo Fijo

En el ruteo fijo la unidad de trabajo siempre fluye a través de la misma secuencia de estaciones. Las unidades de trabajo son idénticas o con componentes similares.



Ejemplos: Transportadores de cilindros, de cinta, cadena, tipo trolley, mecanismos rotativos indexados, equipos de transferencia de barra.

Sistema de control por computadora

Un sistema computacional puede ser muy útil para:

- Comunicar instrucciones a los trabajadores.

- Manejar programas de partes para los CNC

 - El control de manejo de materiales

 - Planeación de la producción

 - Diagnósticos de fallas

 - Monitoreo de seguridad

 - Control de calidad

 - Manejo de operaciones

Recursos humanos

En muchos sistemas de manufactura los trabajadores humanos realizan gran parte del valor agregado en el proceso y en general se les refiere como trabajo directo.

Su trabajo va desde la operación manual de las máquinas, el control y supervisión de las mismas, carga y descarga de piezas de trabajo, manejo y soporte de los sistemas de computo, programación de las máquinas CNC, mantenimiento y reparación y labores indirectas.

Clasificación de los sistemas de manufactura

Existen cuatro factores de clasificación de un sistema de manufactura:

- 1 – Por el tipo de operación realizada
- 2 – El número de estaciones de trabajo y el layout
- 3 – El nivel de automatización
- 4 – La diversidad de las partes o productos

Factores en la clasificación de los sistemas de manufactura

Factor	Alternativas
Tipos de operaciones realizadas	Operaciones de procesamiento vs operaciones de ensamble Tipo de procesamiento u operación de ensamble
Número de estaciones de trabajo y layout	Una estación vs mas de una estación Para mas de una estación, ruteado variable vs ruteado fijo
Nivel de automatización	Estaciones de trabajo manual o semi-automático que requieren tiempo completo del operador vs completamente automatizada que requiere solamente atención periodica del operador
Diversidad de partes o productos	Todas las unidades de trabajo identicas vs variaciones en las unidades de trabajo que requieren diferencias en procesamiento

Tipos de operaciones realizadas

Los sistemas de manufactura se distinguen por los tipos de operaciones que realizan.

En el nivel mas alto, la distinción es entre (1) Operaciones de procesamiento sobre unidades de trabajo individuales y (2) operaciones de ensamble para combinar partes individuales en entidades ensambladas.

Otros parámetros adicionales del producto pueden tener un rol importante en el diseño del sistema de manufactura: El tipo de material, tamaño y peso de la parte o producto y la geometría.

De acuerdo a la geometría, las partes maquinadas se pueden clasificar en: Rotacionales o no rotacionales.

Las partes rotacionales son cilindros o en forma de disco y requieren torneado y operaciones relacionadas a la rotación.

Las partes no rotacionales o prismáticas son de forma rectangular o cúbicas y requieren fresado y operaciones relacionadas para darles forma.

Esta diferenciación define la forma en que el material será manejado en el sistema de manufactura.

El número de estaciones de trabajo y Layout.

El número de estaciones de trabajo es un factor clave en el esquema de clasificación. Tiene gran influencia en el rendimiento del sistema de manufactura en términos de capacidad de producción, productividad, costo por unidad y mantenimiento

Consideremos que el número de estaciones es n . Cada estación individual tendrá un identificador i , donde $i=1, 2, \dots, n$

Esto es importante para identificar los parámetros, operaciones y operadores relacionados con la estación de trabajo i .

El número de estaciones de trabajo y Layout.

Al aumentar el número de estaciones, el ritmo de producción aumenta, considerando estaciones de trabajo individuales. Mientras cuanto trabajan en colaboración, el beneficio puede ser aún mayor (Sinergia)

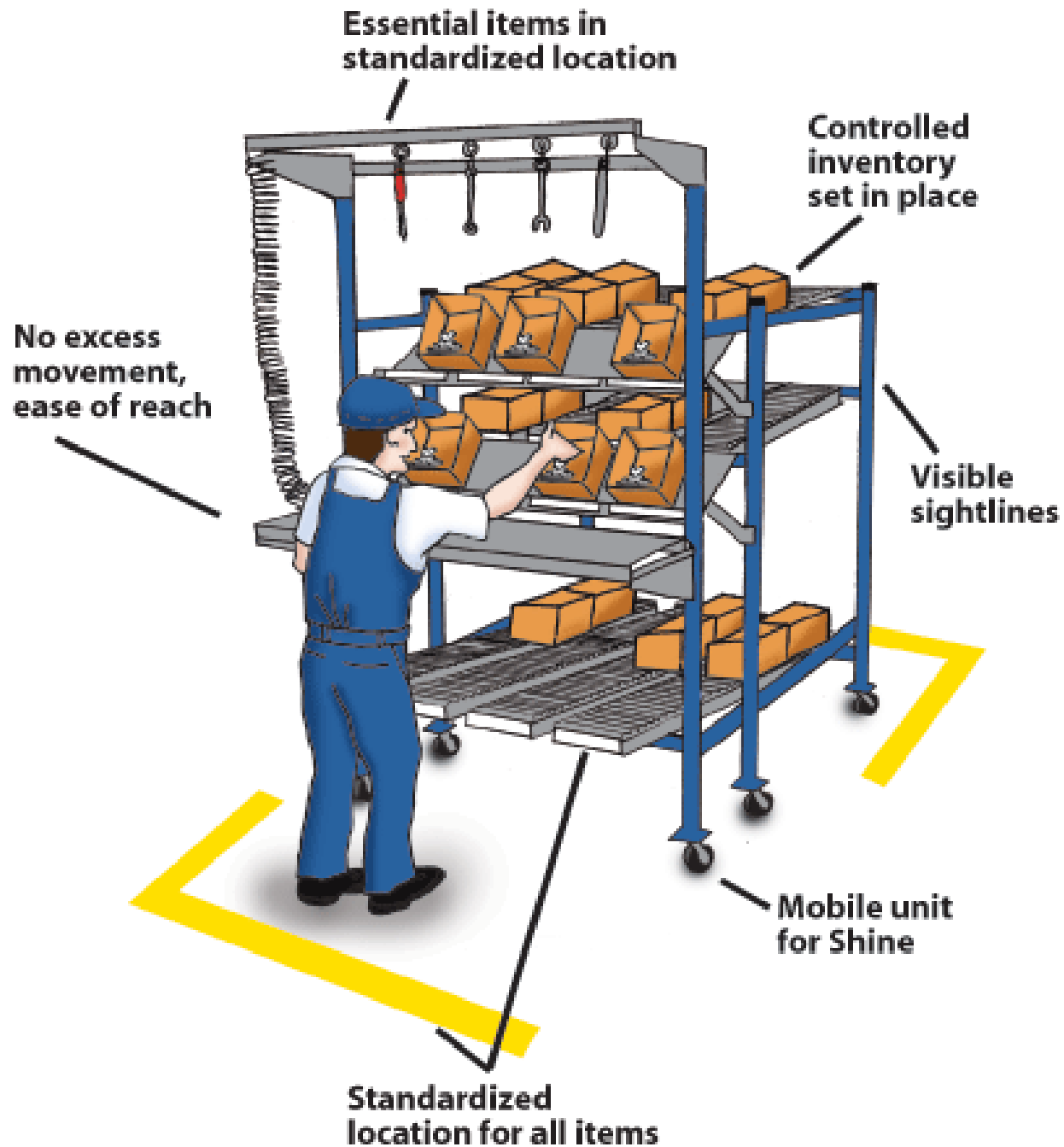
Aunque mas estaciones significan mayor complejidad, difícil manejo y mantenimiento, costos, etc.

El número de estaciones de trabajo y Layout.

Layouts de estaciones de trabajo se organizan para rutas variables con diversas configuraciones; mientras que los layouts también pueden organizarse para rutas fijas y se arreglan linealmente como en una línea de producción. El layout define como se van a manejar los materiales.

Los esquemas de clasificación de un sistema de manufactura puede tener tres niveles dependiendo del número de estaciones de trabajo y el layout:

Tipo 1 – Estación simple. Este es el caso mas sencillo, consiste de una estación de trabajo ($n=1$), usualmente incluyendo una máquina de producción que puede ser operada manualmente, semi-automática o completamente automatizada.



5S Workstation with Flow Cell Unit

Tipo II – Múltiples estaciones de trabajo con una ruta variable. Este sistema de manufactura consiste de dos o mas estaciones de trabajo ($N > 1$) que están disuadass y arregladas para acomodar el procesamiento o ensamble de diferentes estilos de partes o productos.

Tipo III – Múltiples estaciones con ruta fija. Este sistema tiene dos o más estaciones de trabajo ($n > 1$), las cuales se disponene como una línea de producción.

ÍNDICES DE AUTOMATIZACIÓN EN SISTEMAS DE MANUFACTURA.

El nivel o índice de optimización es otro factor que puede caracterizar el sistema de manufactura.

Nivel Manning

El nivel Manning de la estación de trabajo, M_i , es la proporción de tiempo que un trabajador atiende la estación.

Si $M_i = 1$ para la estación i , significa que un trabajador debe estar en la estación continuamente. Por ejemplo, si un trabajador atiende a cuatro máquinas proporcionalmente, entonces $M_i = 0.25$ para cada máquina.

En porciones en una línea de ensamble de autos, hay estaciones donde múltiples trabajadores realizan tareas de ensamble sobre el auto, en este caso $M_i = 2$ o mas.

En general, valores grandes de M_i ($M \geq 1$) indica operaciones manuales en la estación, mientras que valores bajos ($M_i < 1$) denota alguna forma de automatización.

El nivel promedio Manning de un sistema de manufactura multi-estación es un indicador útil del trabajo directo contenido en el sistema. Definamos:

$$M = \frac{\omega_u + \sum_{i=1}^n \omega_i}{n} = \frac{\omega}{n}$$

donde M = el nivel Manning promedio del sistema; ω_n = número de trabajadores asignados al sistema; ω_i = número de trabajadores asignados a la estación i , para $i = 1, 2, \dots, n$; y ω = número total de trabajadores asignados al sistema.

Trabajadores de servicio son trabajadores que no están específicamente asignados las estaciones de proceso o ensamble individual; Estos trabajadores tienen múltiples servicios:

- (1) relevar a los trabajadores en las estaciones cuando tienen sus descansos personales
- (2) Mantenimiento y reparación del sistema
- (3) Cambio de herramientas
- (4) cargar y descargar unidades de trabajo al y desde el sistema.

Aunque una estación esté completamente automatizada, seguramente tiene uno o mas trabajadores asignados para mantenerla en función.

Automatización en el esquema de clasificación

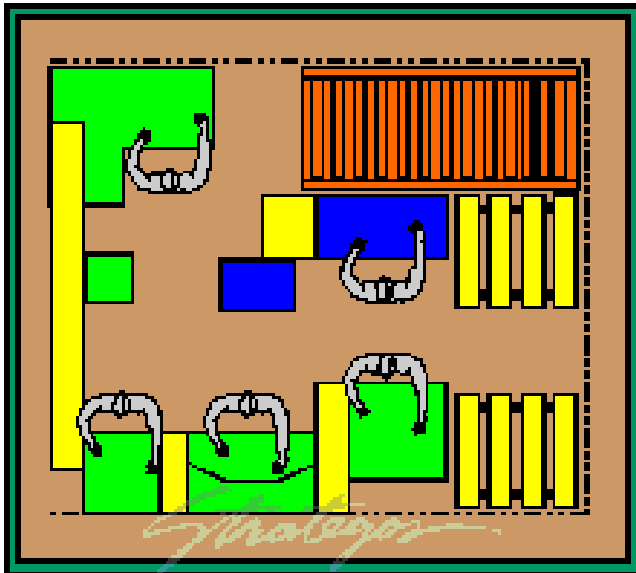
En los sistemas de manufactura hay dos niveles posibles de automatización para una estación sencilla (tipo I): Manual (M) o completamente automatizada (A).

La estación manual es aquella en la que uno o mas operadores deben de estar presentes en cada ciclo ($M \geq 1$).

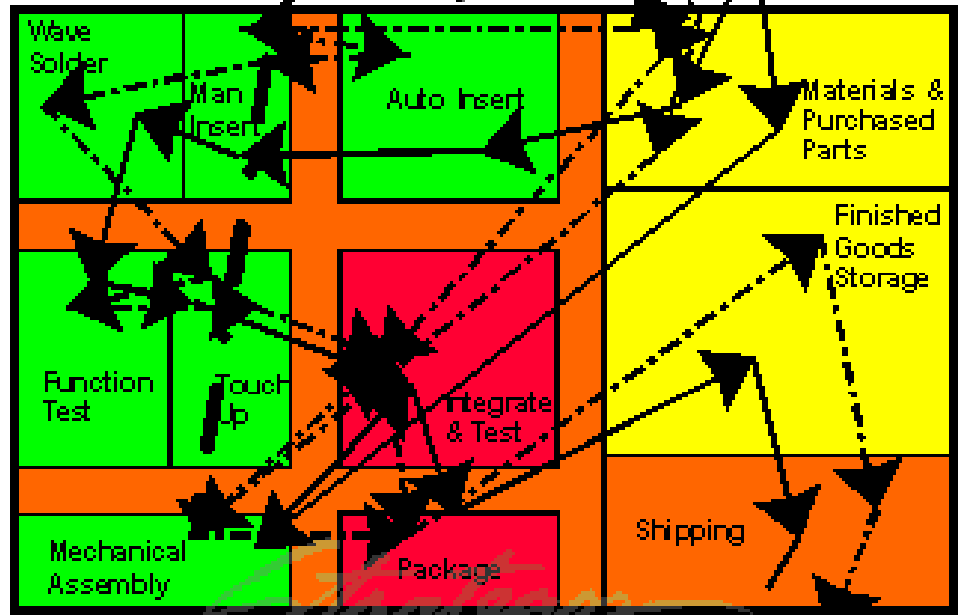
Una estación completamente automatizada es aquella que requiere menos del tiempo completo de la atención de un trabajador ($M < 1$)

Automatización en el esquema de clasificación

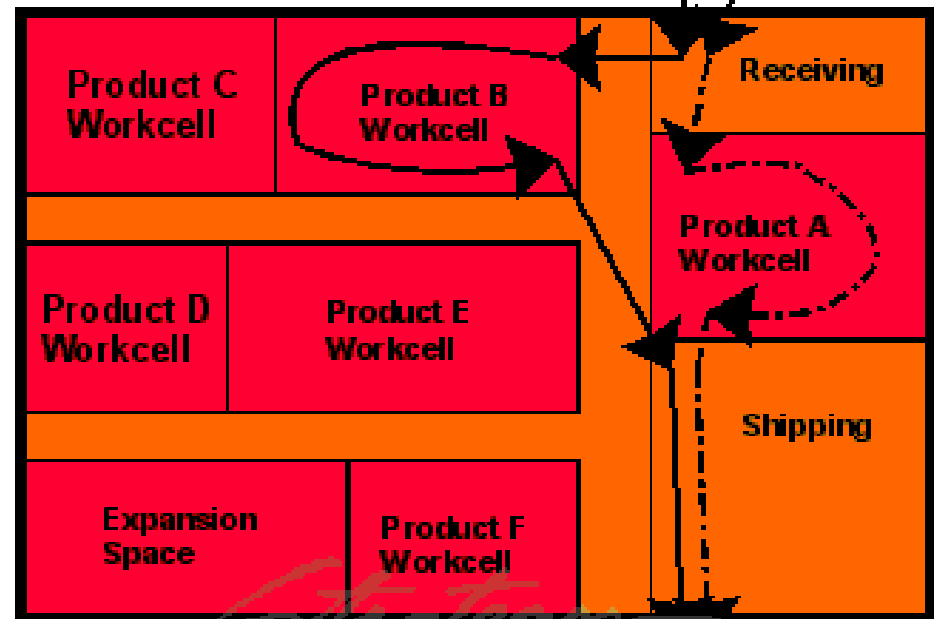
Para estaciones múltiples (tipo II y III), los niveles M y A son aplicables, y un tercer nivel es posible: H = híbrido, en el cual algunas estaciones son manuales y otras completamente automatizadas.



**Electronics Plant
Functional Layout**



**Electronics Plant
Cellular Layout**

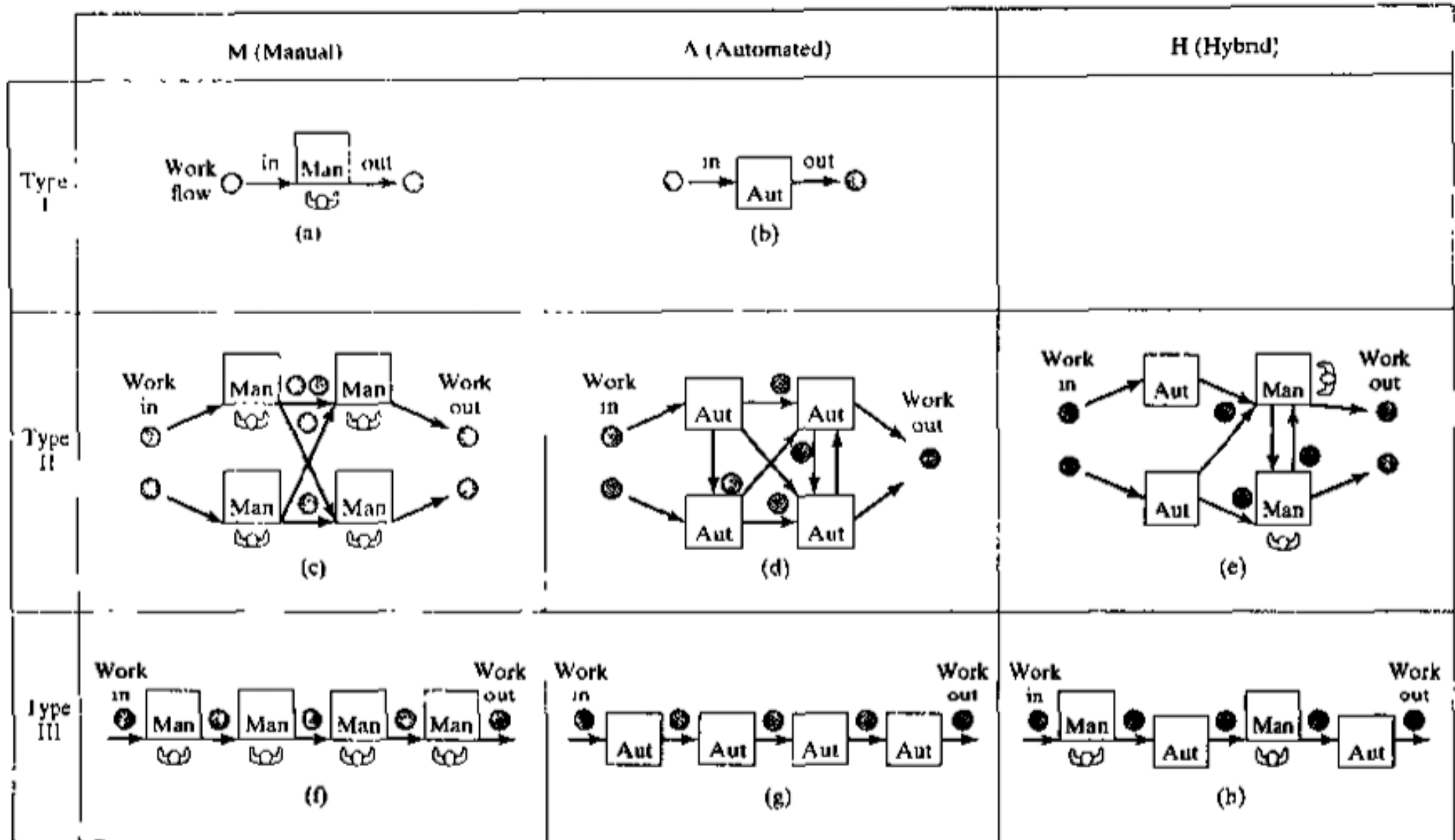


**Las combinaciones dependiendo el
tipo de manufactura**

Tipo I M	Celda de estación simple manual. El caso básico es una máquina y un trabajador ($n=1, \quad = 1$). La máquina es manualmente operada o semi-automatizada, y el operador debe de estar continuamente atendiéndola
Tipo I A	Una celda de estación simple. Esta es una máquina completamente automatizada ($M < 1$) sin ser atendida por periodos de tiempo extendidos (mas largos que un ciclo de máquina). Un trabajador debe cargar y descargar periódicamente la máquina o darle servicio.
Tipo II M	Sistema multi-estación manual con ruteo variable. Esta tiene múltiples estaciones que son manualmente operadas o semi-automatizadas. El layout y el sistema de transporte permite que varias rutas sean usadas por las partes o productos hechos por el sistema. El trabajo de transporte es manual o mecanizado.
Tipo II A	Sistema multi-estación automatizado con ruteo variable. Este es el mismo caso del sistema anterior, excepto que las estaciones están completamente automatizadas ($n > 1, \quad = 0, M < 1$). El transporte también está completamente automatizado.

Tipo II H	Sistema híbrido multi-estación con ruteo variable. Este sistema de manufactura contiene tanto estaciones manuales como automáticas. El transporte es manual, automático o una mezcla (híbrido).
Tipo III M	Sistema multi-estación manual con ruteo fijo. Este sistema de manufactura consiste de dos o mas estaciones ($n > 1$), con uno o mas operadores en cada estación ($\rho_i \geq 1$). Las operaciones son secuenciales, entonces se requiere de un ruteo fijo, usualmente a lo largo de una línea de producción. El transporte entre estaciones es manual o mecanizado.
Tipo III A	Sistema multi-estación automatizado con ruteo fijo. Este sistema consiste de dos o mas estaciones automáticas ($n > 1, \rho_i = 0, M < 1$) arregladas como una línea de producción o configuración similar. El transporte es completamente automatizado.
Tipo III H	Sistema híbrido multi-estación con ruteo fijo- Este sistema incluye tanto estaciones manuales como automáticas ($n > 1, \rho_i \geq 1$ para algunas estaciones $\rho_i = 0$ para otras, $M > 0$). u transporte es manual, automático o una mezcla (híbrido).

Los tipos de sistemas de manufactura



Clasificación por variedad de partes o productos

Otro factor que caracteriza a un sistema de manufactura es el grado en el cual es capaz de lidiar con variaciones en las partes o productos que produce.

Ejemplos de posibles variaciones que un sistema de manufactura podría lidiar incluyen:

Variaciones en el tipo y/o color de las partes plásticas moldeadas en un inyector.

Variaciones en componentes electrónicos colocados sobre un circuito impreso estándar

Variaciones en el tamaño de circuitos impresos manejados por una máquina colocadora de componentes

Variaciones en la geometría de partes de máquina

Variaciones en partes y opciones en un producto ensamblado sobre una línea final de ensamble.

Tipos de sistemas de manufactura de acuerdo a la capacidad de lidiar con la variedad de productos

Tipo de sistema	Símbolo	Variedad del producto	Flexibilidad
Modelo simple	S	Sin variedad de producto	No requiere
Modelo a lotes	B	Variedad típica de productos duros	Mas flexible
Modelo mezclado	X	Variedad de productos suaves	Alguna flexibilidad

Variaciones del modelo

Modelo simple

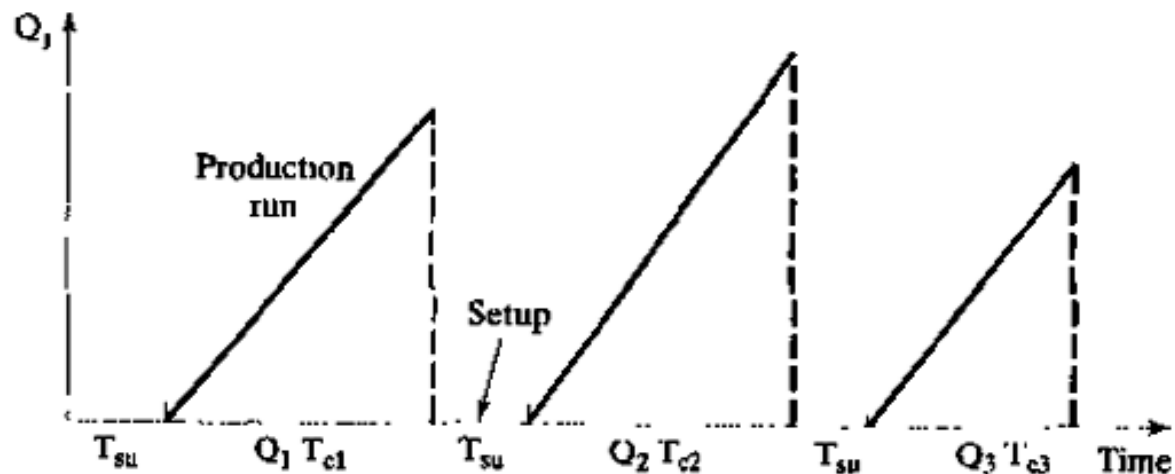
Todas las partes o productos hechos por el sistema de manufactura son idénticas. No hay variaciones.

En este caso, la demanda por un elemento debe ser suficiente para justificar un sistema dedicado de producción que haga un componente por un periodo extendido de tiempo. El equipo asociado con el sistema es especializado y diseñado para la mayor eficiencia.

Modelo de lotes

Diferentes partes o productos pueden ser hechos por el sistema, pero ellos son hechos en lotes por que requieren de una configuración completa de la instalación física y/o programación del equipo.

El tiempo necesitado para cambiar el sistema de manufactura hace que sea necesario el modelo por lotes.



Modelo mixto

Diferentes partes o productos son hechos por el sistema de manufactura, pero el sistema puede manejar estas diferencias sin la necesidad de un cambio completo en la configuración física o el programa. Esto significa que la mezcla de diferentes estilos pueden producirse continuamente en lugar de por lotes.

Los requisitos para la producción continua de diferentes estilos de unidades de trabajo es que el sistema de manufactura debe de ser diseñado de forma que cualquier ajuste que sea necesario de una parte o producto a otro, sea hecho rápidamente y económicamente viable el hacer una sola unidad.

(ejemplo de libros por demanda)

Flexibilidad en sistemas de manufactura

La flexibilidad es un término usado para definir el atributo que permite a un sistema de manufactura de modelo mixto lidiar con un cierto nivel de variación en los estilos de partes o productos sin interrupciones un producción para los cambios entre modelos.

La flexibilidad es generalmente una característica deseable en los sistemas de manufactura. Los sistemas que poseen esta característica se denominan Sistemas Flexibles de Manufactura o sistemas de ensamble flexible.

Para ser flexible el sistema debe de poseer las siguientes características:

Identificación de las diferentes unidades de trabajo

Diferentes operaciones se requieren en diferentes estilos de partes o productos. El sistema de manufactura debe de identificar la unidad de trabajo para desarrollar la operación correcta.

Rápidos cambios de instrucciones de operación

Las instrucciones o programa de la parte en el caso de un CNC, debe corresponder a la operación correcta para una parte dada.

Rápido cambio de la instalación física

Flexibilidad en manufactura significa que las unidades de trabajo diferente no son producidas en lotes. Para diferentes estilos de unidades de trabajo a ser producidos sin pérdida de tiempo entre una unidad y la siguiente, el sistema de manufactura debe ser capaz de hacer los cambios en las fijaciones y herramienta en muy corto tiempo.

Estas operaciones de flexibilidad a menudo son difíciles de implementar debido a limitaciones físicas, procesos complejos, logística de alimentación de materiales, planeación de tareas y coordinación entre elementos del sistema.

Sistemas de manufactura reconfigurable

Dentro de una era en donde nuevos productos está siendo introducidos en ciclos de vida cada vez mas cortos, reduciendo costos de diseño, edificios y la instalación de nuevos sistemas de manufactura. El cambiar todo para la fabricación de un nuevo producto puede ser imposible.

Por esto ha surgido lo que se conoce como manufactura reconfigurable, en donde un sistema de manufactura se construye en base a características que le permitirán ajustarse en el tiempo a nuevos productos.

Característica de un sistema de manufactura reconfigurable

Fácil movilidad – Las máquinas herramientas y otras máquinas de producción se diseñan con tres puntos en la base para permitir que puedan ser levantadas y movidas fácilmente por una grúa. Los tres puntos facilitan la nivelación de la máquina.

Diseño modular de los componentes del sistema – Esto permite que los componentes de hardware de diferentes constructores de máquinas puedan conectarse juntas.

Característica de un sistema de manufactura reconfigurable

Arquitectura abierta en componentes de control - Esto permite el intercambio de datos entre paquetes de software entre diferentes proveedores de máquinas.

Estaciones de trabajo CNC – aunque las máquinas de producción estén dedicadas a un solo producto, siguen siendo CNCs que pueden tener actualizaciones de software, cambios en la ingeniería y cambiar el equipo cuando la producción finalmente se acabe.

RESUMIENDO

Tipo I de sistema de manufactura: **Estaciones simples**

Es el típico caso de una celda trabajador-máquina.

Pueden ser manuales o automáticas y se ocupan para la producción de un modelo simple, lotes y mixtos.

Las razones de la popularidad del modelo de estación de trabajo simple incluyen:

(1) Es la más fácil y menos cara para su implementación, especialmente la versión manual.

(2) Es la más adaptable, ajustable y flexible de los sistemas de manufactura

(3) Una estación simple manual puede ser convertida en una estación automatizada si la demanda de partes o productos hechos ahí lo justifican.

Tipo II de sistema de manufactura: **Celdas multi-estaciones**

Un sistema multi-estación con ruteo múltiple es un grupo de estaciones de trabajo organizadas para alcanzar un propósito común. Típicamente su rango de producción es medio (producción anual de 100-10000 partes o productos).

Este método se aplica en operaciones de procesamiento y ensamble. También se involucran cuando las partes o productos tienen un cierto grado de variedad. Los grupos de máquinas deben de poseer flexibilidad.

Las máquinas en este grupo pueden ser manuales, automatizadas o semi-automatizadas.

Tipo III de sistemas de manufactura: **Líneas de producción**

Un sistema de manufactura multi-estación con un ruteo fijo es una línea de producción.

Una línea de producción consiste de una serie de estaciones de trabajo dispuestas de forma que la parte o producto se mueve de una estación a la siguiente, y una porción del trabajo total se realiza en cada estación.

Las líneas de producción generalmente están asociadas con la producción en Masa (10^4 a 10^6 partes o productos por año)

Las condiciones que favorecen el uso de líneas de producción son:

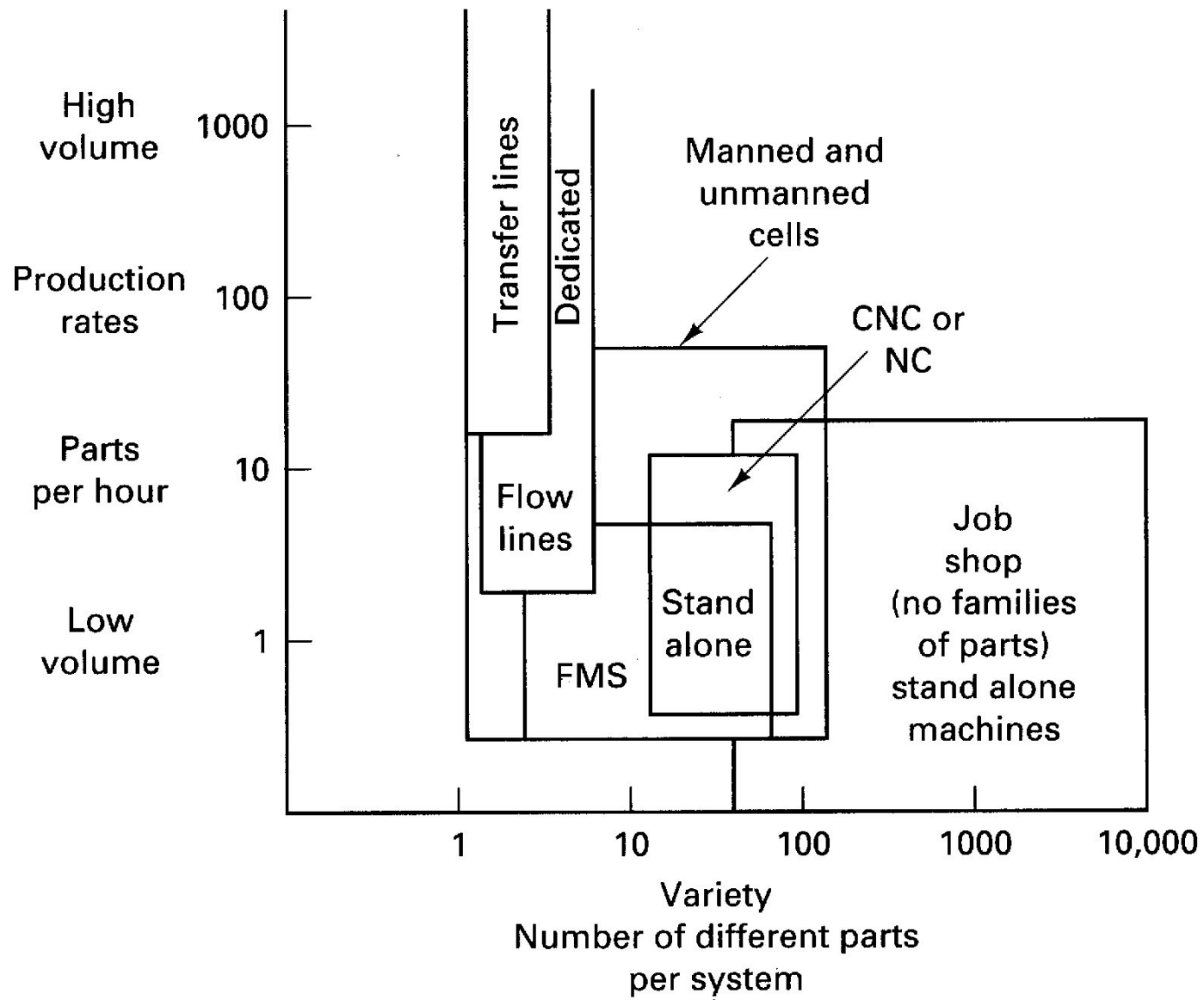
Altas cantidades de partes o productos a hacer (mas de un millón de unidades)

Las unidades de trabajo son idénticas o muy similares.

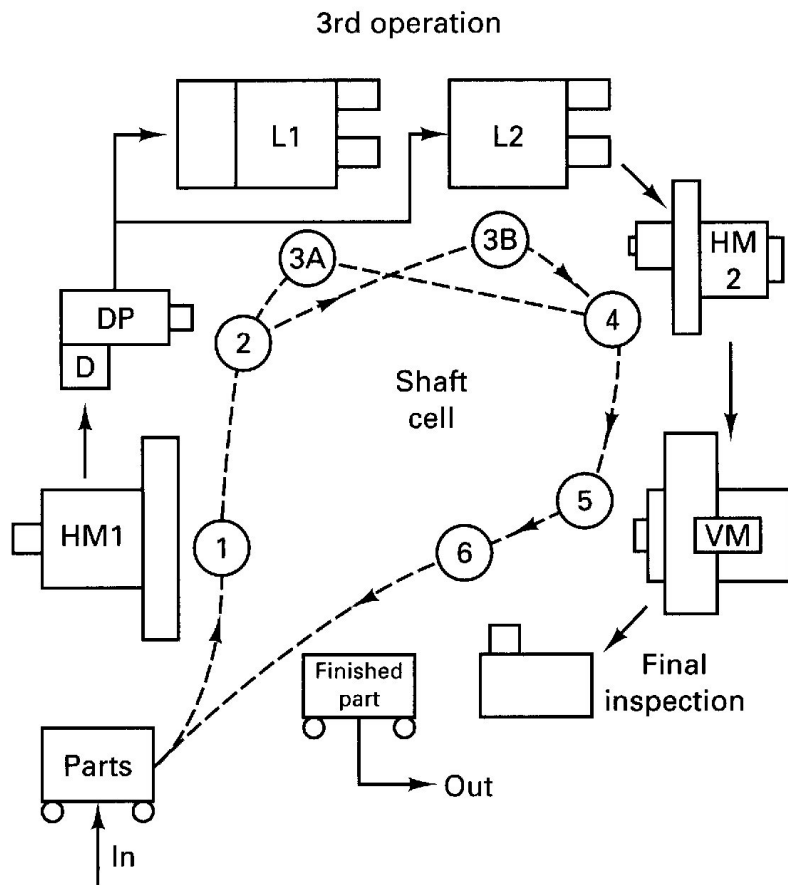
El trabajo total puede ser dividido en tareas separadas de duraciones aproximadamente igual que puedan ser asignadas a estaciones de trabajo individuales.

El ritmo de producción de la línea es determinado por su estación mas lenta. Las estaciones de trabajo mas rápidas deben de esperar a la estación lenta que forma un cuello de botella.

La transferencia de una estación a otra se hace mediante bandas transportadoras o algún otro sistema mecánico, aunque también puede simplemente hacerse manualmente.



APLICACIONES Y BENEFICIOS



Key
 DP = Drill press
 L = Lathes
 HM = Horizontal milling machine
 VM = Vertical milling machine

---> Paths of workers moving within cell
 —> Material movement paths
 ① Operation sequence

Work sequence	Name of operation	Time		
		Manual	Walking	Machine
①	Mill ends on work on HM (1)	12"	5"	30"
②	Drill hole on DP	15"	5"	20"
③A or ③B	Turn - bore on L1 or L2	13"	5" 8"	180"
④	Mill flats on HM2	12"	8" 5"	20"
⑤	Mill steps on VM	13"	7"	30"
⑥	Final inspect	10"	5"	
		75"	35"	280"

Cycle time = 75 sec + 35 sec = 110 seconds

Longest machining time = 180 seconds

Total machining time = 280 seconds

All machines in the cell are capable of running untended while the operator(s) are doing manual operations (unload, load, inspection, deburr) or walking from machine to machine. The time to change tools and workholders (perform setup) is not shown.

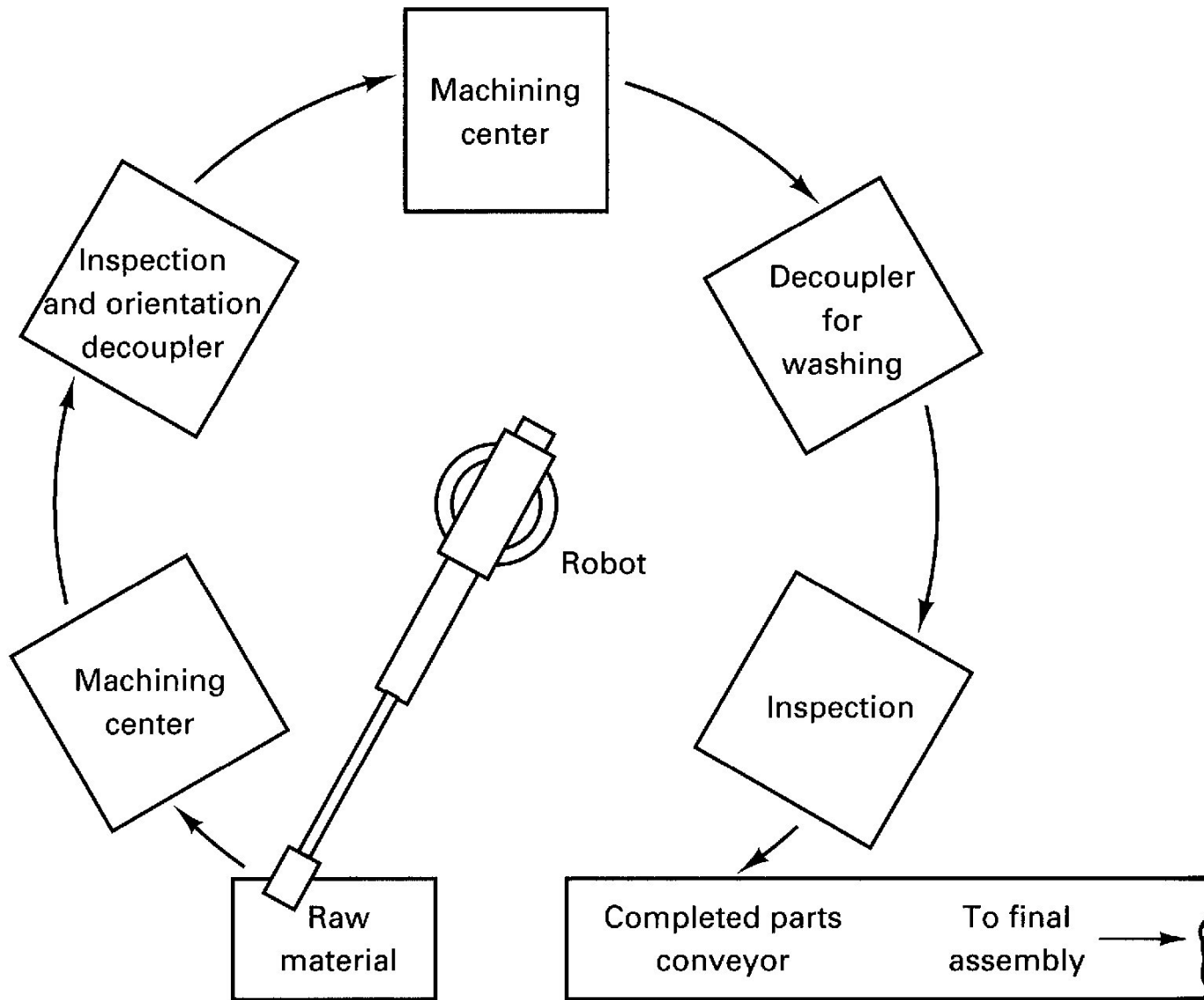
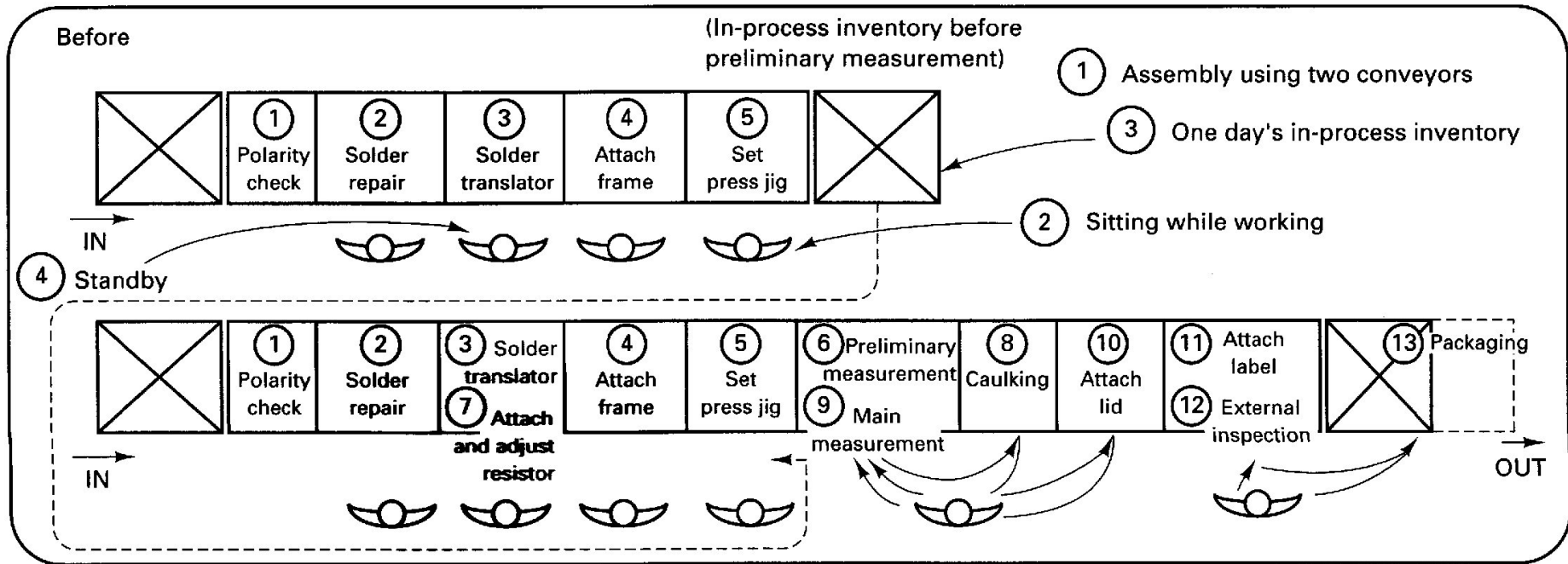
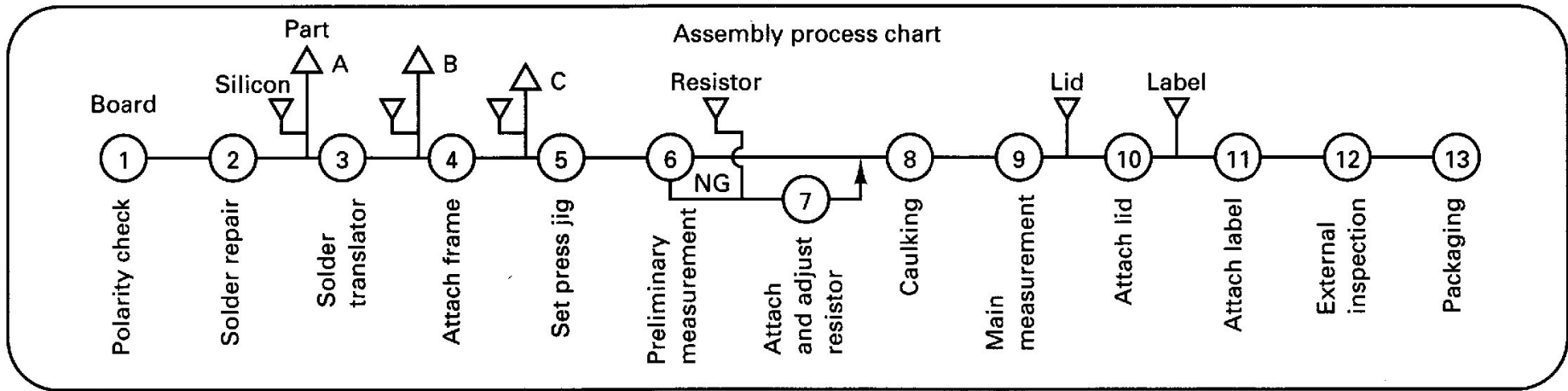
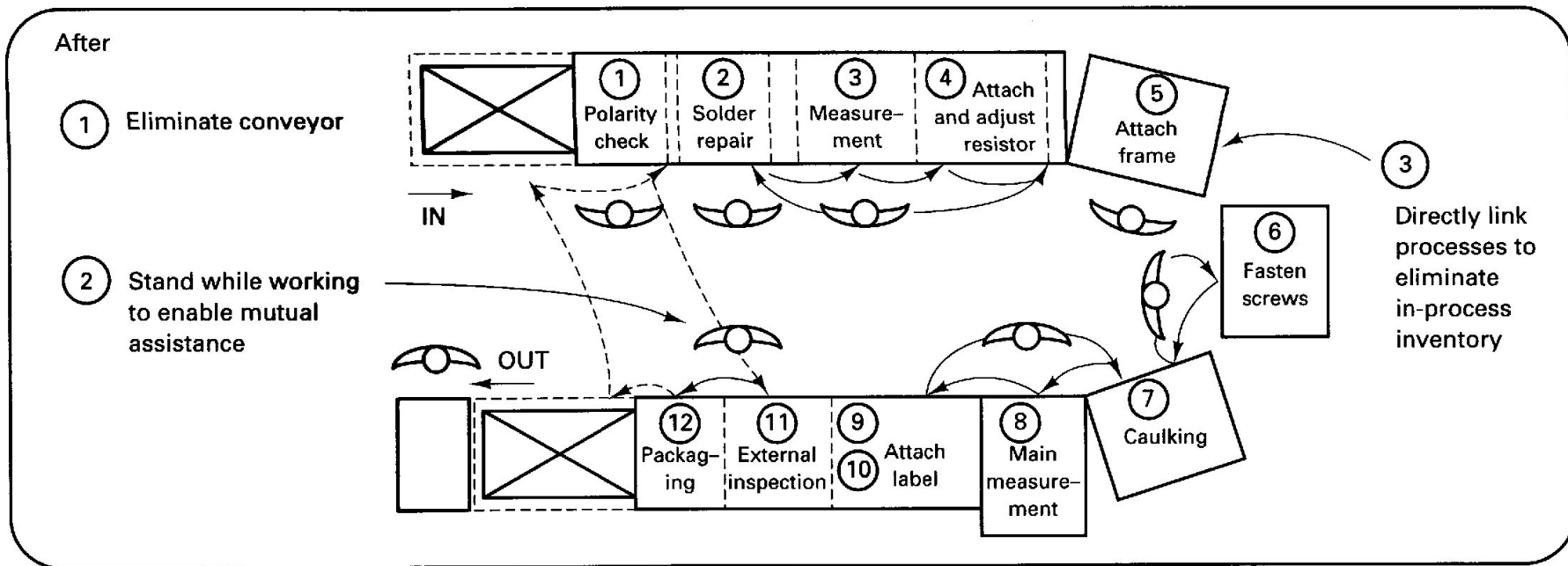


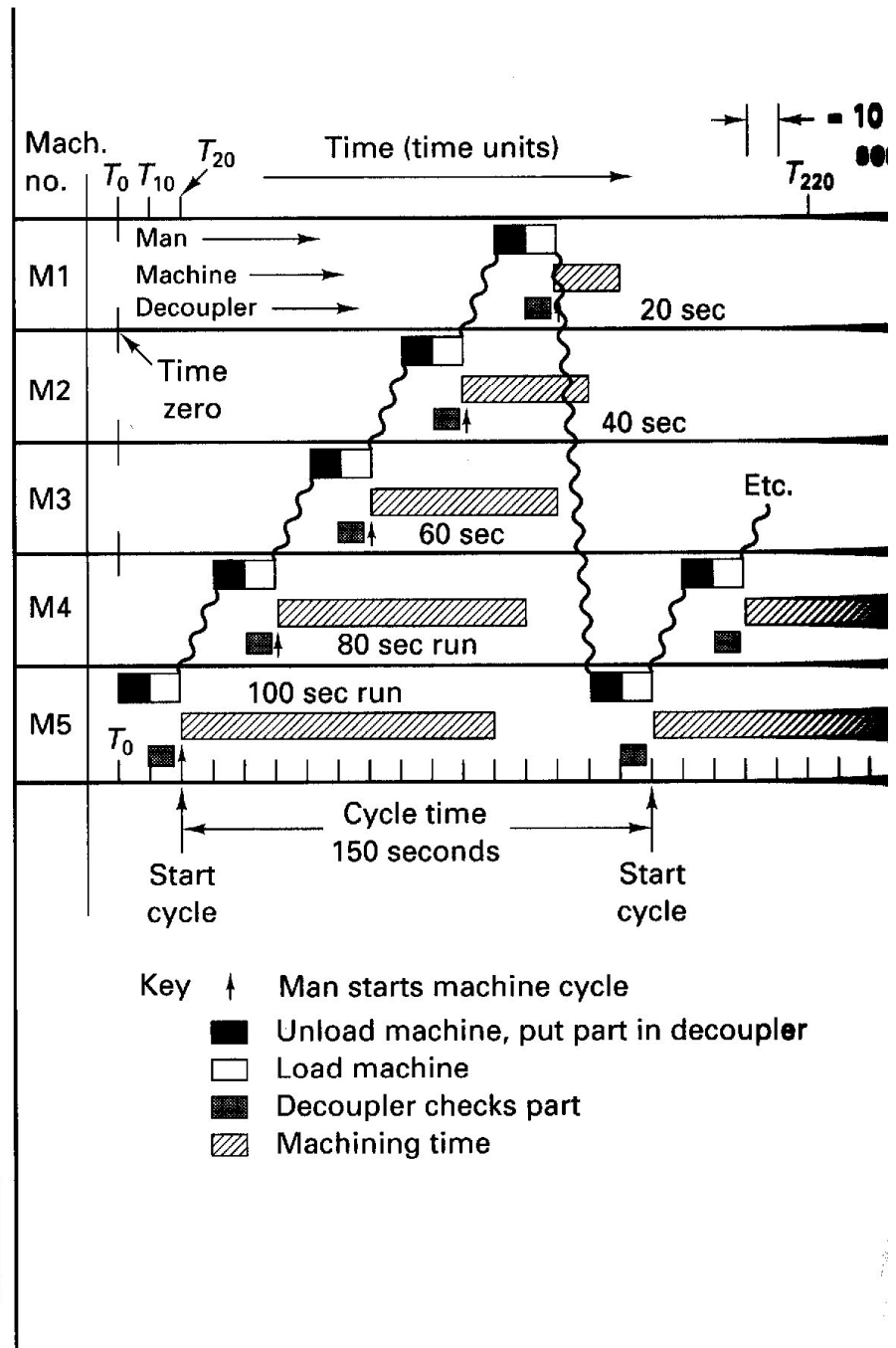
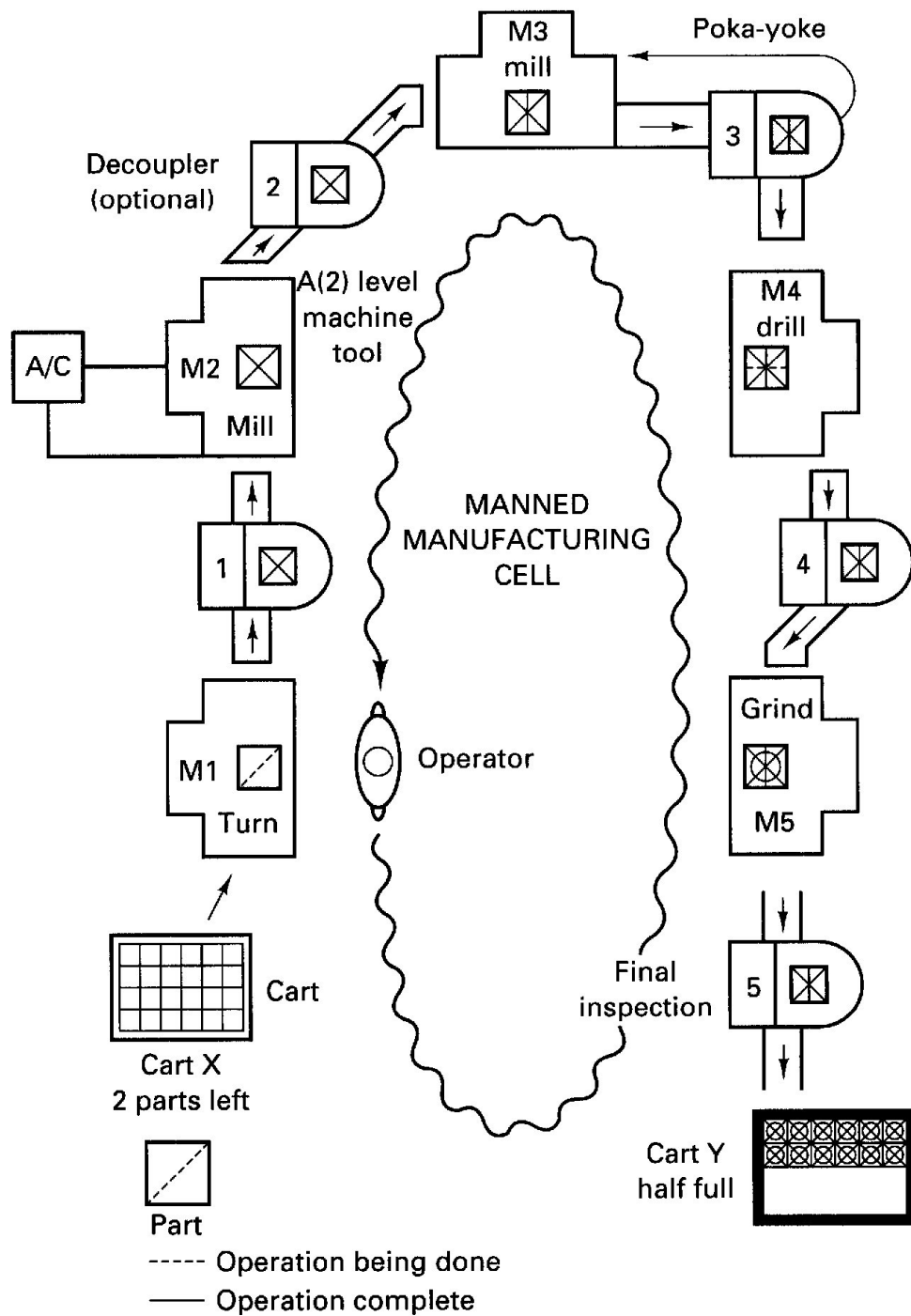
FIGURE 41-7 Example of U-shaped robotic cell. Decoupler checks part, reorients part for next machine, and acts as Kanban element in cell.





Comparison of before and after designs

Item \ Comparison	Before	After
Output	700 units/day	1065 units/day
Personnel	10 persons	8 persons
Daily output per person	70 units	132 units
Efficiency	100%	100%
Cycle time	0.6 minutes	0.43 minutes
In-process inventory	750 units	8 units



Conclusiones

Hemos visto particularidades de los sistemas de manufactura

Clasificación de los sistemas de manufactura de acuerdo a su automatización y variedad del tipo de parte o producto.

Vimos algunos ejemplos

Actividades fuera de clase

Revise a mayor detalle que es una celda de manufactura y los métodos de organización de la misma.

Piense en los beneficios que las celdas de manufactura pueden generar a procesos productivos que usted conozca

Próxima sesión

Líneas de producción

