



# Dimensionamento di un sistema trasloelevatore per magazzini automatici: le interazioni tra i componenti mecatronici

Michele Ragone – SEW EURODRIVE

# Progettazione di un sistema di azionamento

- Nella progettazione mecatronica di un sistema di azionamento, bisogna tenere in conto molti aspetti:
  - Applicazione
  - Aspetti meccanici
  - Prestazioni dinamiche richieste, tempi ciclo ecc.
  - Prestazioni energetiche (efficienze, consumi)
  - Scelta e valutazione dei componenti necessari (riduttori, motori, drives, cavi, encoder...)
  - Interfacciamento con altri sistemi esterni (sensori, sicurezze...)
- Tutto questo, nel mondo reale , deve poi confrontarsi con aspetti commerciali e di concorrenza



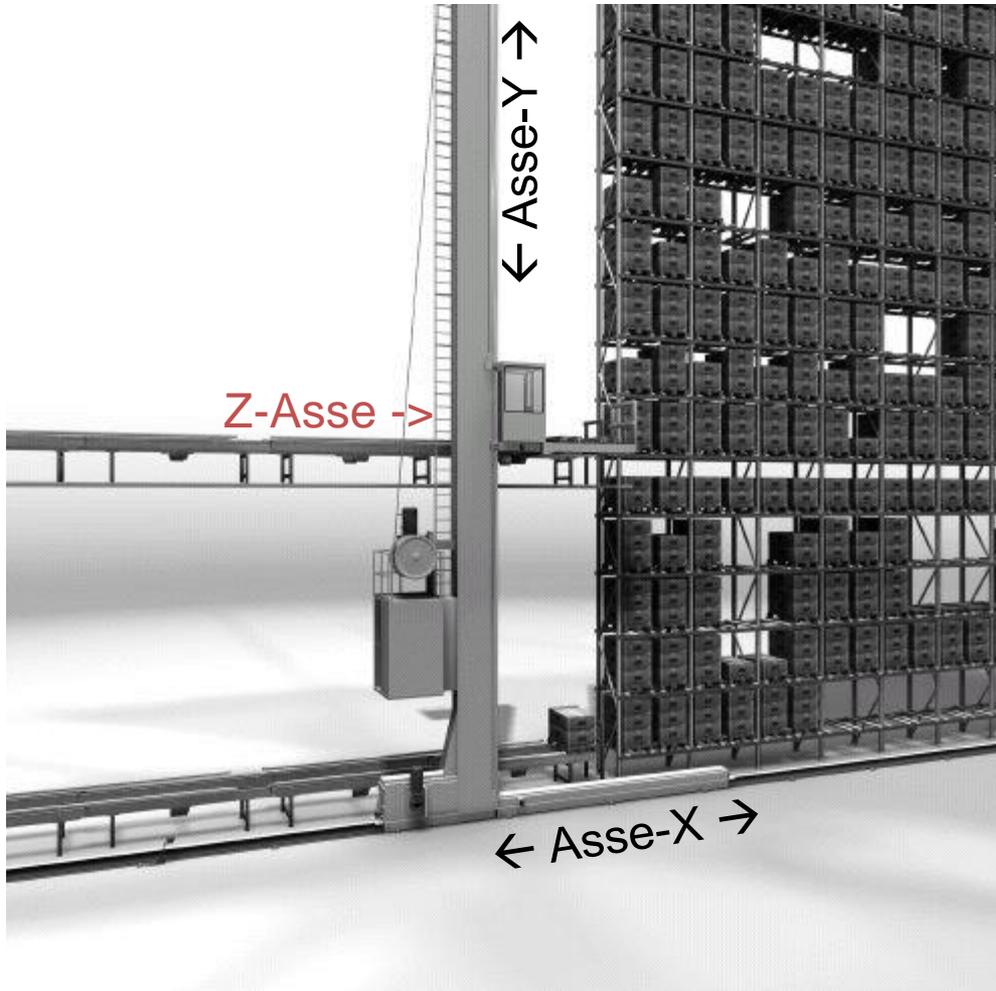
## Esempio: progettazione di un azionamento per Trasloelevatore (o SRU, Storage and Retrieval Unit)



# Esempio: progettazione di un azionamento per Trasloelevatore

- La progettazione parte dalla perfetta conoscenza dell'applicazione , anche pratica
- L'esperienza sul campo in installazioni precedenti è fondamentale



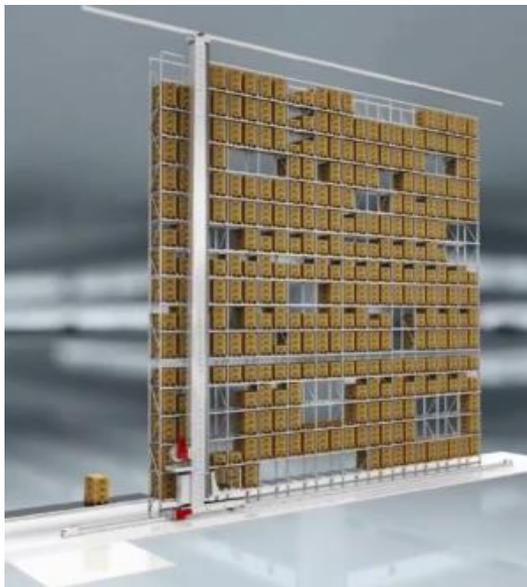


## Alcune richieste del Cliente:

- Cicli veloci  
> produttività
- Facilità di gestione
- Riduzione della  
tendenza  
all'oscillazione
- Efficienza nei tempi e  
nei consumi energetici
- (...)

# Esempio di dimensionamento

Dimensionamento per trasloelevatore con gestione efficiente degli assi di traslazione e sollevamento, coordinamento intelligente degli assi per ridurre il consumo energetico della macchina



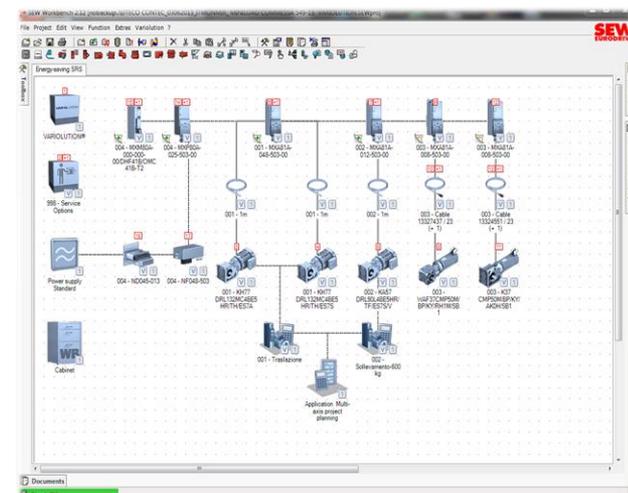
**SEW**  
Workbench  
Page 1/8

### Dati Richiesti per Progettazione Azionamento

**SEW Workbench**  
Your workstation for your workstation  
Version 01

Dati Cliente			
Cliente		Cod. cliente	
Persona di riferimento		Ufficio	
Indirizzo		Telefono	
Città / CAP		Email	

Personale di riferimento: SEW/EL/PRO/IVE



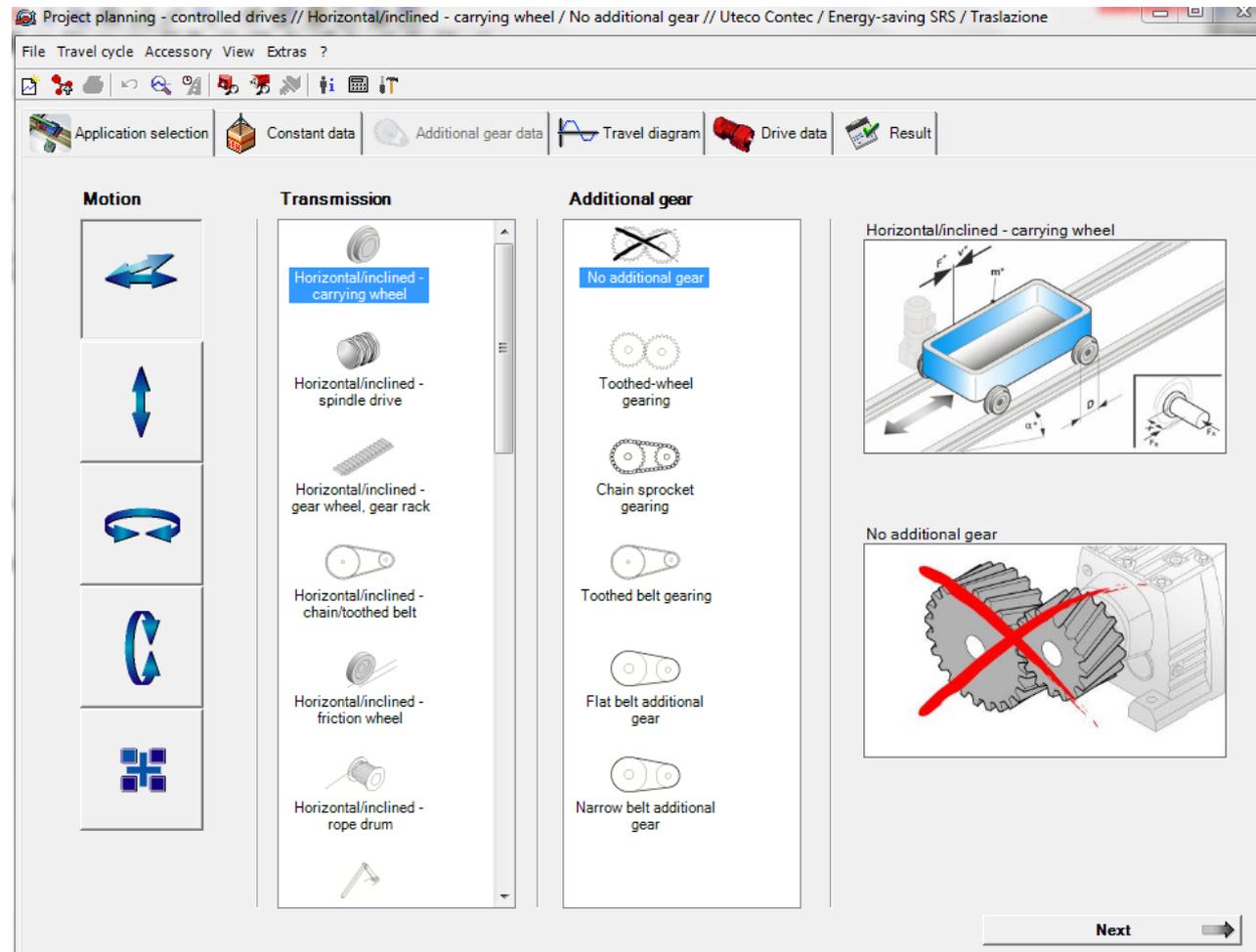
**Definizione applicazione**

**Raccolta dati per dimensionamento**

**Dimensionamento e selezione componenti**

# Modellizzazione dei movimenti

- Ogni asse viene prima modellizzato separatamente per tipologia di movimento (traslazione, sollevamento ecc.) con il modello matematico più rispondente.
- Si analizzano gli aspetti meccanici di accoppiamento alla macchina condotta
- Si calcolano le inerzie...

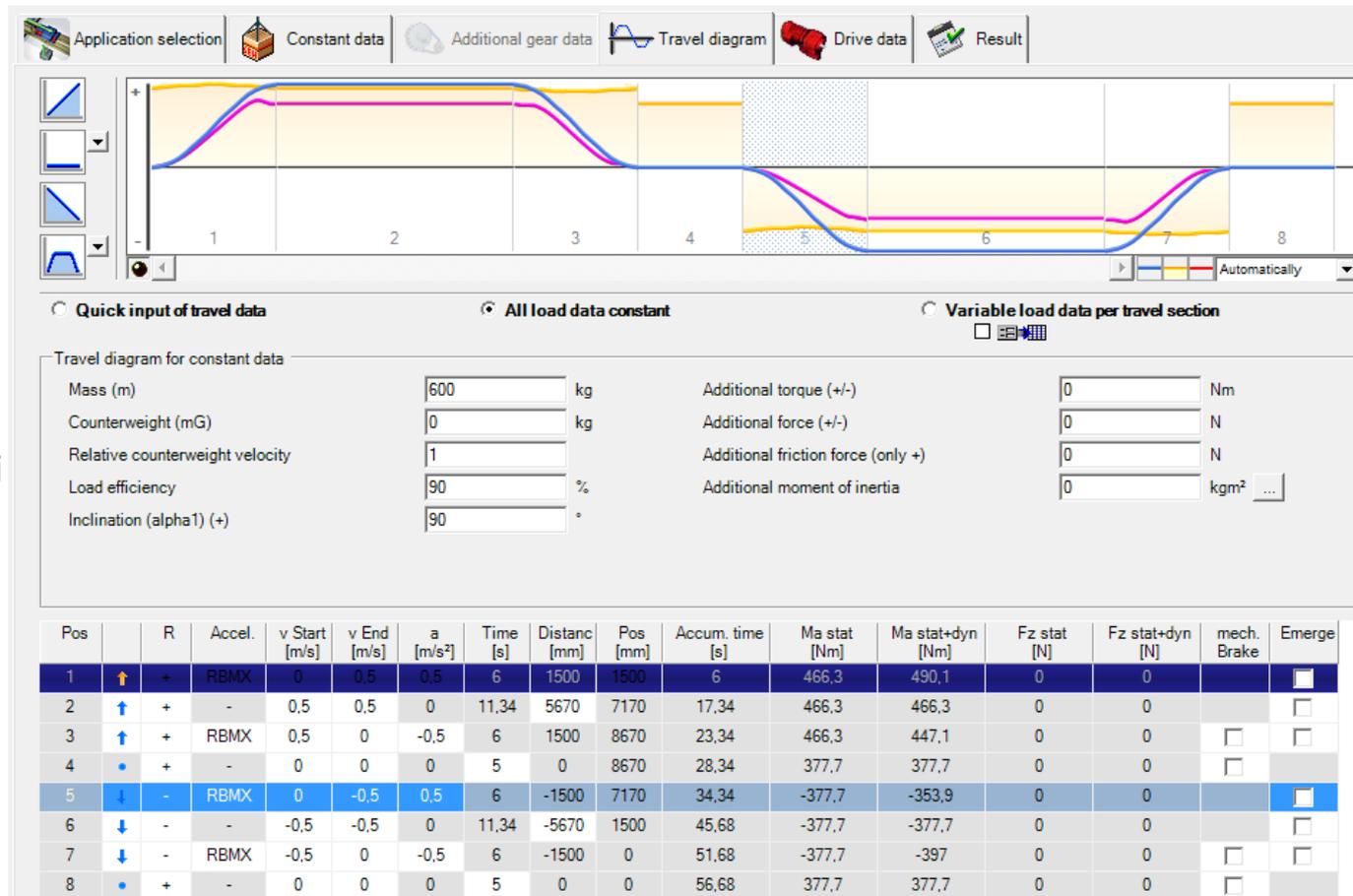


# Creazione del Ciclogramma del singolo asse

Dimensionamento per trasloelevatore con gestione efficiente degli assi di traslazione e sollevamento, coordinamento intelligente degli assi per ridurre il consumo energetico della macchina

Creazione del ciclogramma

- Profilo di velocità
- Acc/dec (jerk limited)
- Massa
- Coefficienti di attrito
- Efficienza meccanica
- Componenti addizionali (forze o attriti addizionali)





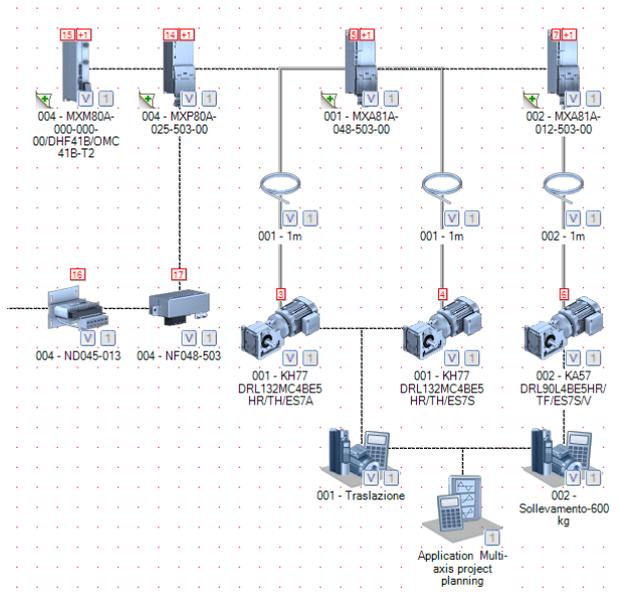


# Selezione dei componenti

Dimensionamento per trasloelevatore con gestione efficiente degli assi di traslazione e sollevamento, coordinamento intelligente degli assi per ridurre il consumo energetico della macchina

Selezione **del convertitore di frequenza** in funzione dei requisiti dinamici indicati dal cliente:

- Servo azionamento modulare multiasse con scambio di energia su bus DC
- Scheda controllo assi per gestione «efficiente» degli assi principali
- Encoder incrementale per feedback di velocità
- Encoder assoluto esterno per feedback di posizione
- Selezione accessori e componenti di linea (resistenza di frenatura, induttanza e filtro di linea)
- Verifica degli assorbimenti del sistema multiasse



Part no.	Catalog designation	Net unit price [EUR]	Number	Resistance [Ohm]
00224226	BV027-006	136.50	1	27 IP
00224234	BV027-012	233.10	1	27 IP
00216797	BV012-015	341.25	1	12 IP
10200109	BV012-015-01	540.75	1	12 IP
00207143	BV047	209.50	1	47 IP
10200842	BV047-T	323.40	1	47 IP
00216800	BV012-025			
10201447	BV012-025-P			
00207984	BV047			
10201377	BV029-050-T			
00210819	BV012-050			
10201415	BV012-100-T			
10201439	BV016-T			

No.	Catalog designation	Net unit price [EUR]	Output current [A]	Output current MAX [A]	Max. utilization (max. 230%)	Effective utilization
1	MXA81A-002-503-00	1148.00	22.0 A	8.0 A	598 %	2622 %
2	MXA81A-004-503-00	1280.00	48.0 A	16.0 A	289 %	606 %
3	MXA81A-008-503-00	1480.00	96.0 A	32.0 A	149 %	304 %
4	MXA81A-012-503-00	1760.00	192.0 A	64.0 A	100 %	203 %
5	MXA81A-016-503-00	1995.00	160.0 A	40.0 A	78 %	46 %
6	MXA81A-024-503-00	2340.00	120.0 A	30.0 A	50 %	30 %
7	MXA81A-032-503-00	2790.00	96.0 A	24.0 A	37 %	23 %
8	MXA81A-048-503-00	3240.00	48.0 A	12.0 A	26 %	16 %
9	MXA81A-064-503-00	3820.00	36.0 A	9.0 A	19 %	11 %
10	MXA81A-100-503-00	4840.00	100.0 A	25.0 A	12 %	7.3 %

# Selezione dei componenti

Dimensionamento per trasloelevatore con gestione efficiente degli assi di traslazione e sollevamento, coordinamento intelligente degli assi per ridurre il consumo energetico della macchina

Assegnazione del convertitore di frequenza, valutando:

- Corrente dinamica
- Corrente continuativa
- Corrente termica
- Modulazione PWM
- Modo operativo (controllo in tensione / controllo in corrente)

MOVIAxis axis module

File

Information | Unit feature | Options and accessories | Result

Motor data

Motor type: Asynchronous servomotor

Rated supply voltage [V]: 3 x 380 ...500 V 50/60Hz

Encoder type: ES7S - Incremental encoder with spread shaft, for size - [SINCOS]

Motor designation: KA57 DRL90L4BE5HR/TF/ES7S/V

Motor current: 12,0 A      Regenerative current: 9,8 A

maximum load: 12,0 A      9,8 A

Application does not exist or non-SEW motor connected. Preselection is not available!

Unit data

Number of safety relays: With one safety relay

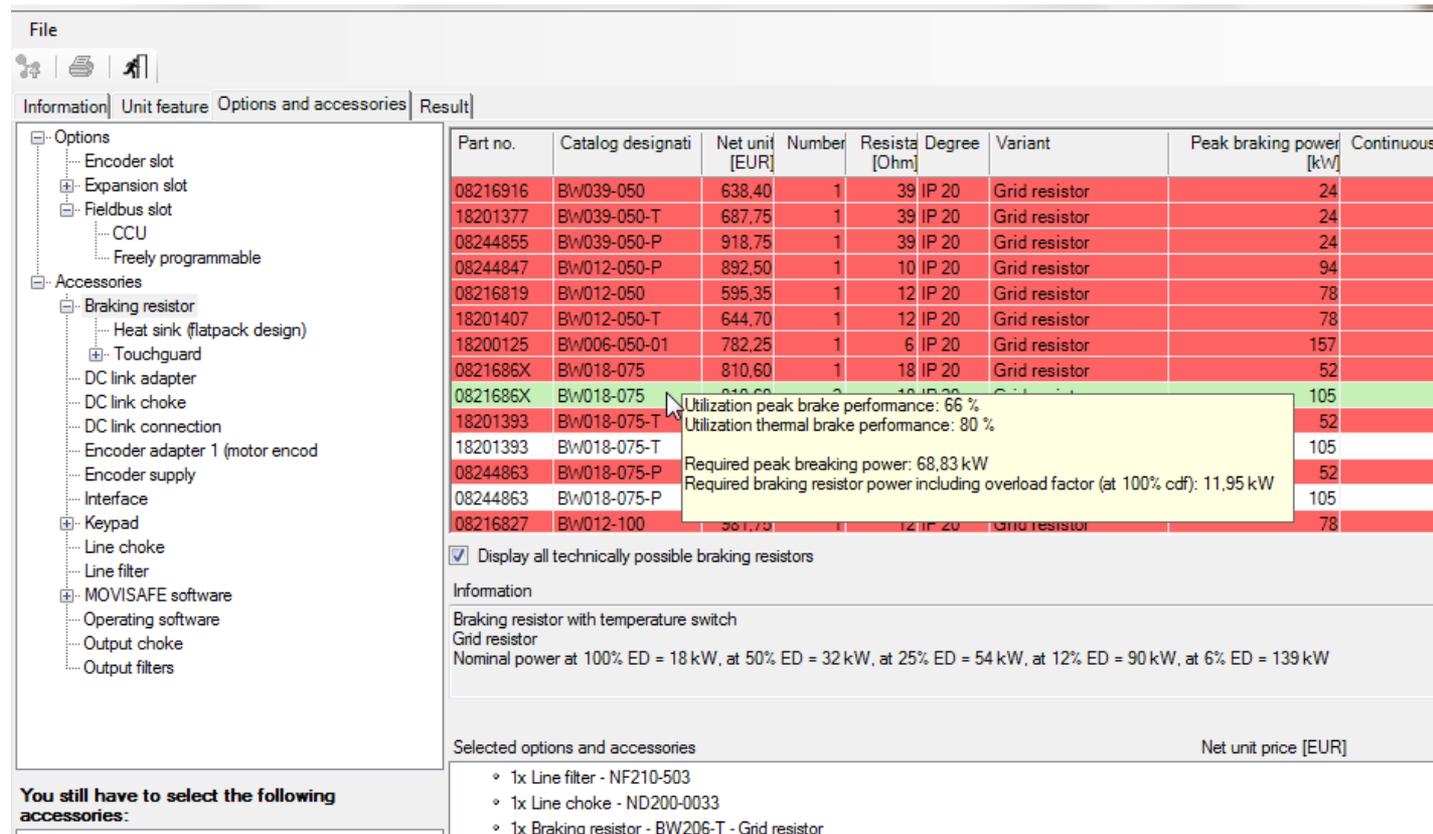
PWM frequency: 4 kHz      Operating Mode: CFC

Emergency stop ramp for regenerative power supply: 1 m/s<sup>2</sup>

No.	Catalog designation	Net unit price	Output current [A]	Output current MAX [A]	Max. utilization (max. 230%)	Effective utilization (max. 100%)
1	MXA81A-002-503-00	1145,00 EUR	2,0 A	5,0 A	598 %	2622 %
2	MXA81A-004-503-00	1280,00 EUR	4,0 A	10,0 A	299 %	655 %
3	MXA81A-008-503-00	1465,00 EUR	8,0 A	20,0 A	149 %	164 %
4	MXA81A-012-503-00	1760,00 EUR	12,0 A	30,0 A	100 %	73 %
5	MXA81A-016-503-00	1985,00 EUR	16,0 A	40,0 A	75 %	46 %
6	MXA81A-024-503-00	2340,00 EUR	24,0 A	60,0 A	50 %	30 %
7	MXA81A-032-503-00	2790,00 EUR	32,0 A	80,0 A	37 %	23 %
8	MXA81A-048-503-00	3245,00 EUR	48,0 A	120 A	25 %	15 %
9	MXA81A-064-503-00	3820,00 EUR	64,0 A	160 A	19 %	11 %
10	MXA81A-100-503-00	4840,00 EUR	100,0 A	250 A	12 %	7,3 %

# Selezione dei componenti

Dimensionamento per trasloelevatore con gestione efficiente degli assi di traslazione e sollevamento, coordinamento intelligente degli assi per ridurre il consumo energetico della macchina



Part no.	Catalog designati	Net unit [EUR]	Number	Resista [Ohm]	Degree	Variant	Peak braking power [kW]	Continuous
08216916	BW039-050	638,40	1	39	IP 20	Grid resistor	24	
18201377	BW039-050-T	687,75	1	39	IP 20	Grid resistor	24	
08244855	BW039-050-P	918,75	1	39	IP 20	Grid resistor	24	
08244847	BW012-050-P	892,50	1	10	IP 20	Grid resistor	94	
08216819	BW012-050	595,35	1	12	IP 20	Grid resistor	78	
18201407	BW012-050-T	644,70	1	12	IP 20	Grid resistor	78	
18200125	BW006-050-01	782,25	1	6	IP 20	Grid resistor	157	
0821686X	BW018-075	810,60	1	18	IP 20	Grid resistor	52	
0821686X	BW018-075	810,60	1	18	IP 20	Grid resistor	105	
18201393	BW018-075-T						52	
18201393	BW018-075-T						105	
08244863	BW018-075-P						52	
08244863	BW018-075-P						105	
08216827	BW012-100	961,79	1	12	IP 20	Grid resistor	78	

**Utilization peak brake performance: 66 %**  
**Utilization thermal brake performance: 80 %**  
**Required peak braking power: 68,83 kW**  
**Required braking resistor power including overload factor (at 100% cdf): 11,95 kW**

Display all technically possible braking resistors

**Information**  
 Braking resistor with temperature switch  
 Grid resistor  
 Nominal power at 100% ED = 18 kW, at 50% ED = 32 kW, at 25% ED = 54 kW, at 12% ED = 90 kW, at 6% ED = 139 kW

**Selected options and accessories** Net unit price [EUR]

- 1x Line filter - NF210-503
- 1x Line choke - ND200-0033
- 1x Braking resistor - BW206-T - Grid resistor

**You still have to select the following accessories:**

Selezione dei componenti di linea

- Resistenza di frenatura
- Filtro di linea
- Induttanza di linea
- Cavi encoder (posa fissa/mobile)
- Cavi motore (posa fissa/mobile)
- Filtro in uscita
- Induttanza in uscita

# Parametrizzazione del Controllore Programmabile (PLC)

Dimensionamento per trasloelevatore con gestione efficiente degli assi di traslazione e sollevamento, coordinamento intelligente degli assi per ridurre il consumo energetico della macchina

Parametrizzazione del motion controller

- Startup dell'applicazione
- Parametrizzazione della catena cinematica
- Calcolo dei fattori di scala utilizzabili dal generatore di profili
- Modo operativo interpolazione lineare

Application Configurator

## CCU application module for energy-efficient SRU

Encoder  
Actual position source: Encoder 3

Travel axis scaling

Scaling elements

Encoder components

Distance

65536 inc    1    2308/100    0,043    1570,797    68,059    10    680,588  
 rev.    rev.    mm    inc

Scaling distance

560500396    inc  
 582077    mm

Scaling external encoder

41266066    inc  
 60633    Motor revolution

Enter scaling factors manually

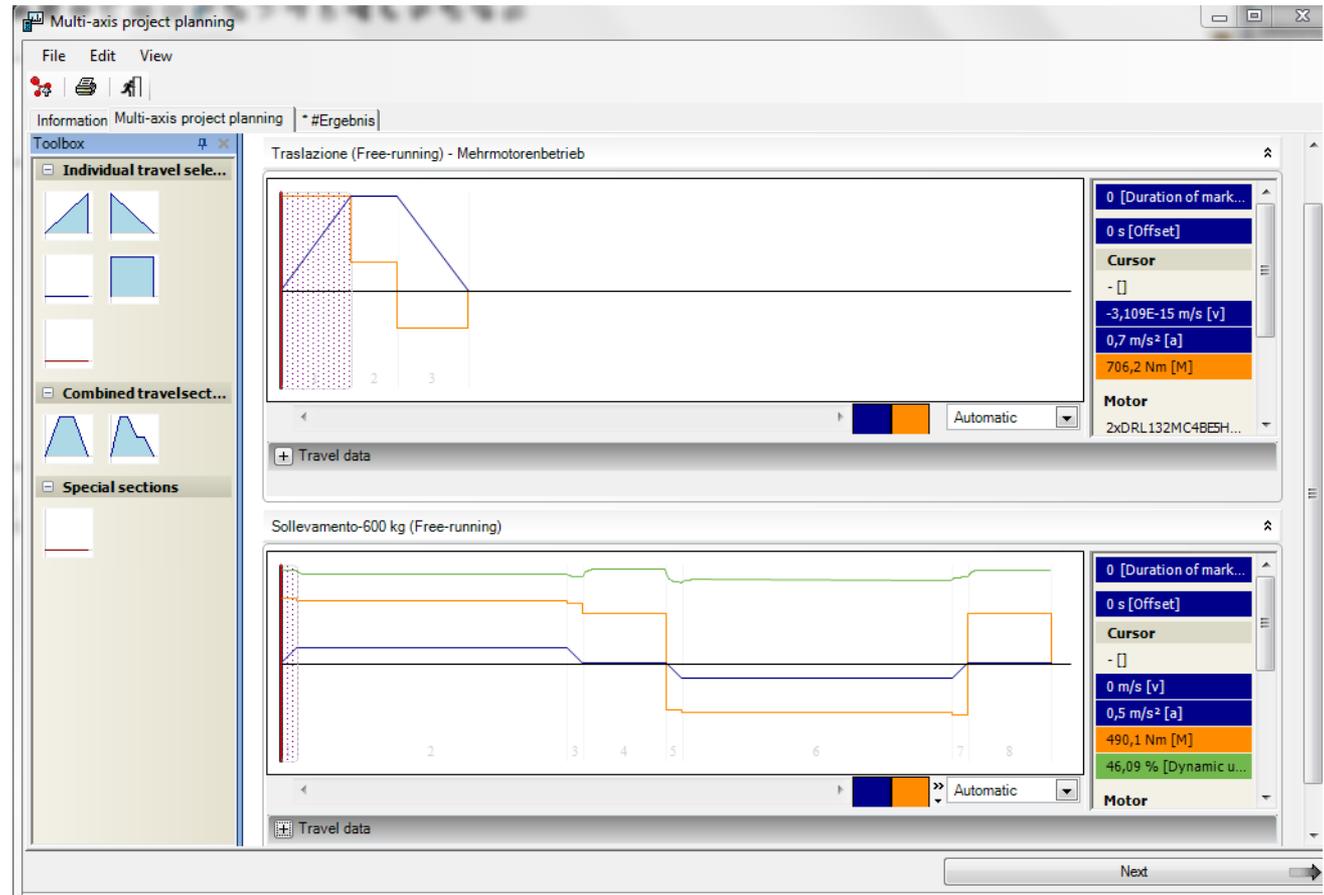
Scaling velocity and acceleration  
 time base: s

Travel axis scaling parameters

# Coordinamento degli assi

Dimensionamento per trasloelevatore con gestione efficiente degli assi di traslazione e sollevamento, coordinamento intelligente degli assi per ridurre il consumo energetico della macchina

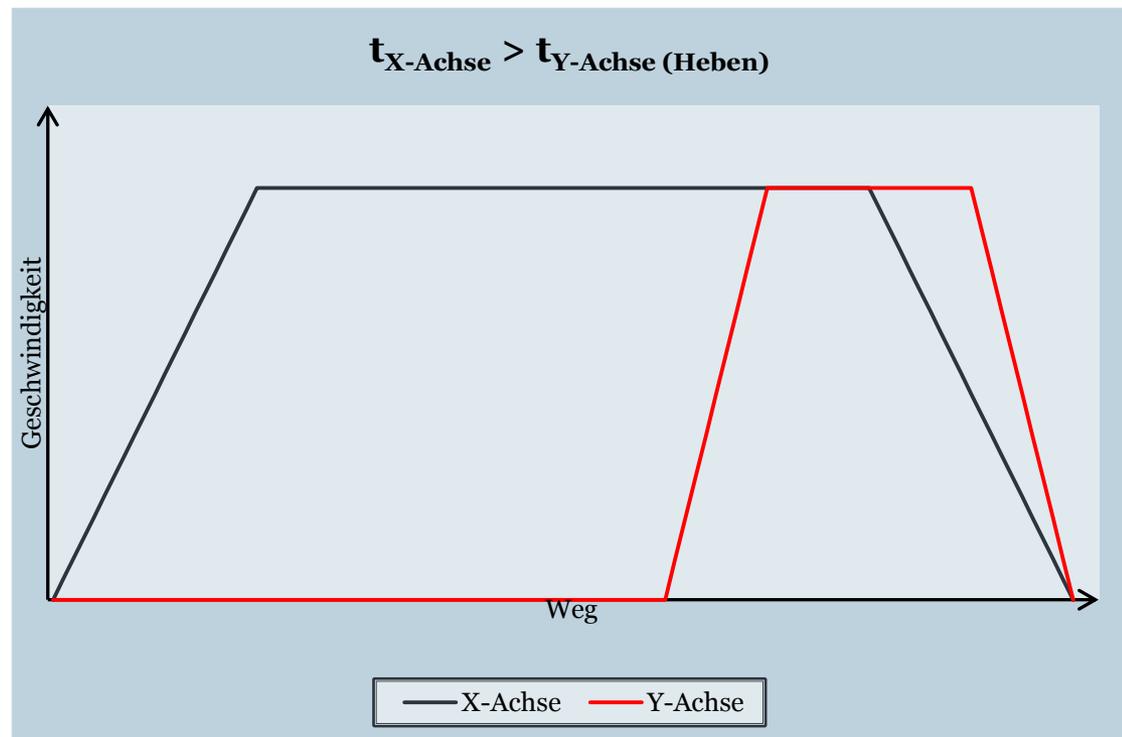
Con programmi specifici implementati in un controllore programmabile, si coordinano i movimenti dei diversi assi per ottenere, ad esempio, un maggiore risparmio energetico



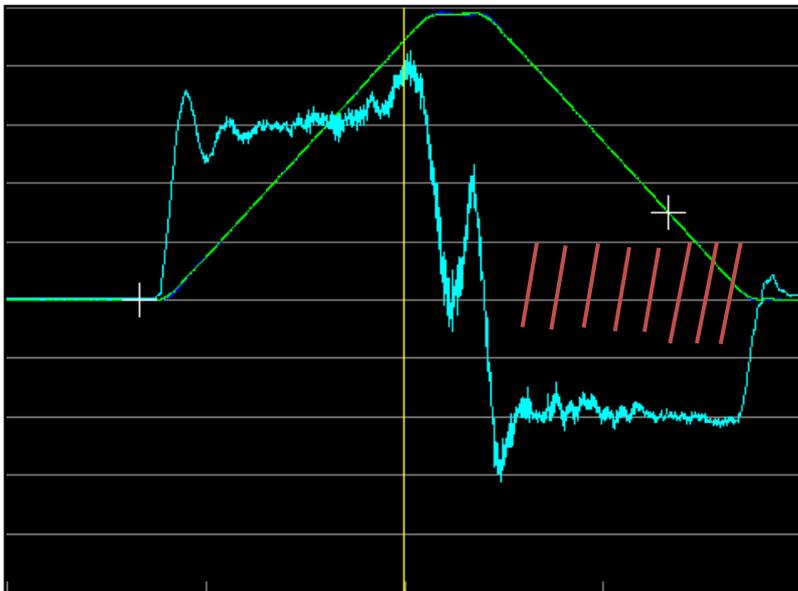
# Esempio di Coordinamento degli assi

## Caso 1: $t_{\text{Asse-X}} > t_{\text{Asse-Y}}$

- Asse-X parte con  $V_{\text{max}}$ ,  $A_{\text{max}}$
- Ottimizzazione caso 1
  - $t_{\text{Asse-X}} > t_{\text{Asse-Y}}$
  - Asse-Y muove verso l'alto
  - Asse-Y si muove con ritardo per utilizzare l'energia rigenerata dall'asse X
- L'energia di frenatura dell'Asse X è parzialmente usata dall'Asse-Y.

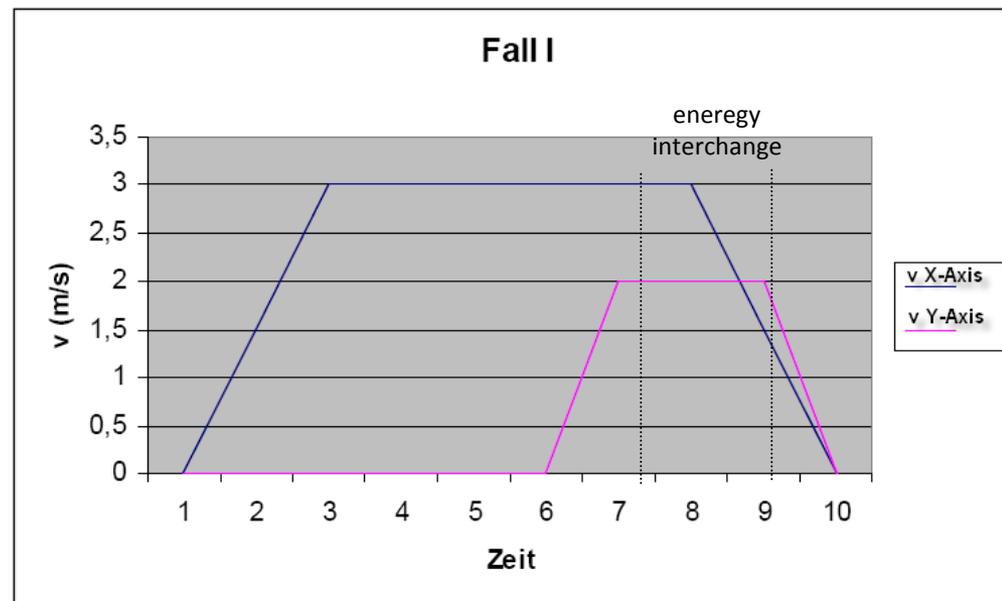


# Esempio di Coordinamento degli assi



■ Cosa si legge sull'oscilloscopio:

L'Asse-X fornisce energia durante la decelerazione (area tratteggiata)



# Esempio di Coordinamento degli assi

## caso 2: $t_{\text{Asse-X}} > t_{\text{Asse-Y}}$

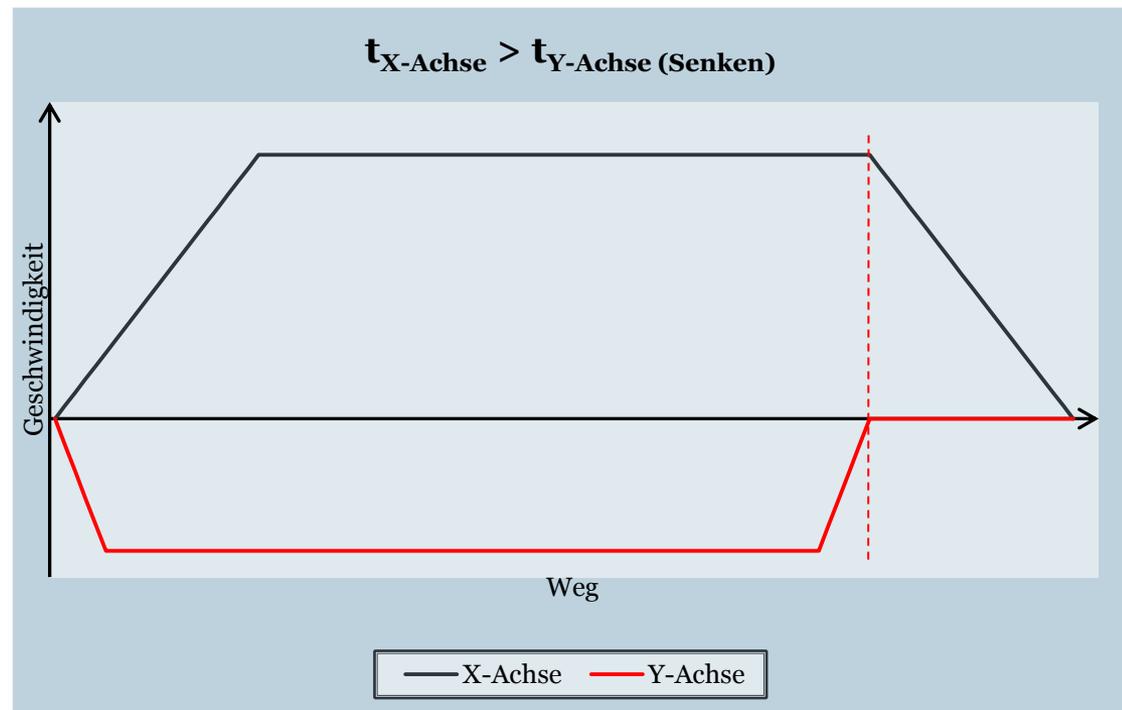
■ L'Asse-X si muove con  $V_{\text{max}}$ ,  $A_{\text{max}}$

■ Ottimizzazione caso 2:

-  $t_{\text{Asse-X}} > t_{\text{Asse-Y}}$ , Asse-Y  
muove verso il basso

■ Asse-Y si muove a velocità ridotta e  
si ferma prima che l'Asse-X inizi a  
frenare

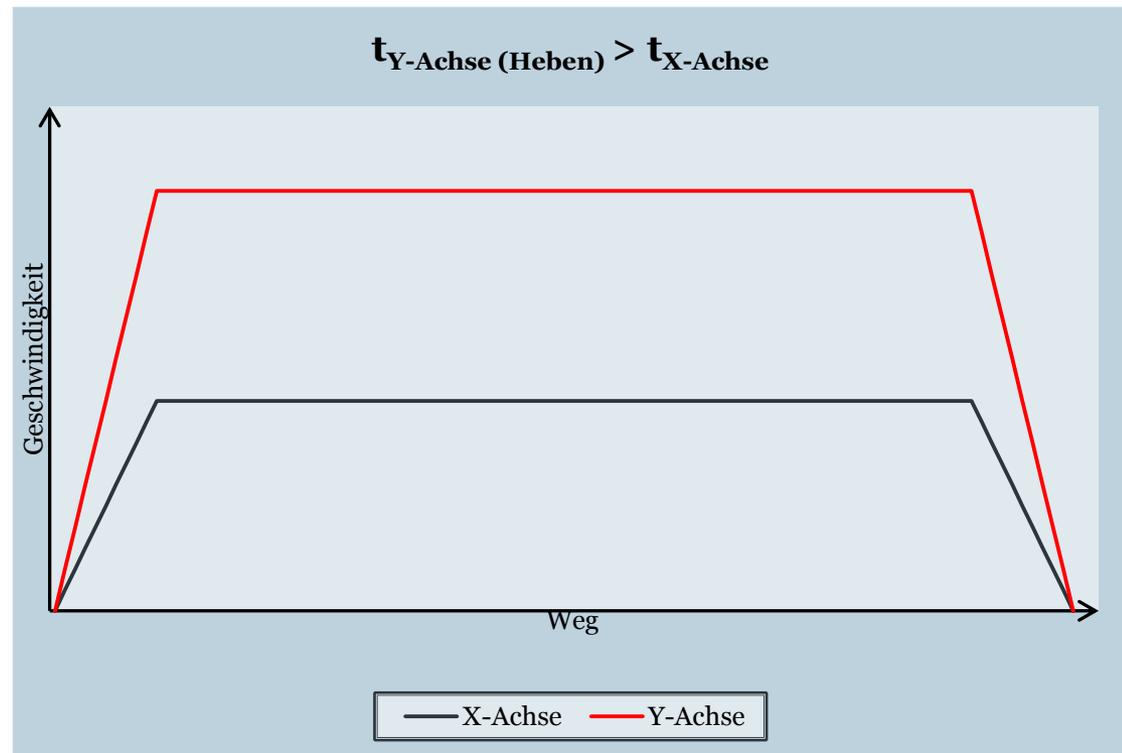
■ L'energia rigenerativa del  
movimento verso il basso dell'Asse-Y  
è usata per l'Asse-X.



# Esempio di Coordinamento degli assi

## caso3: $t_{\text{Asse-X}} < t_{\text{Asse-Y}}$

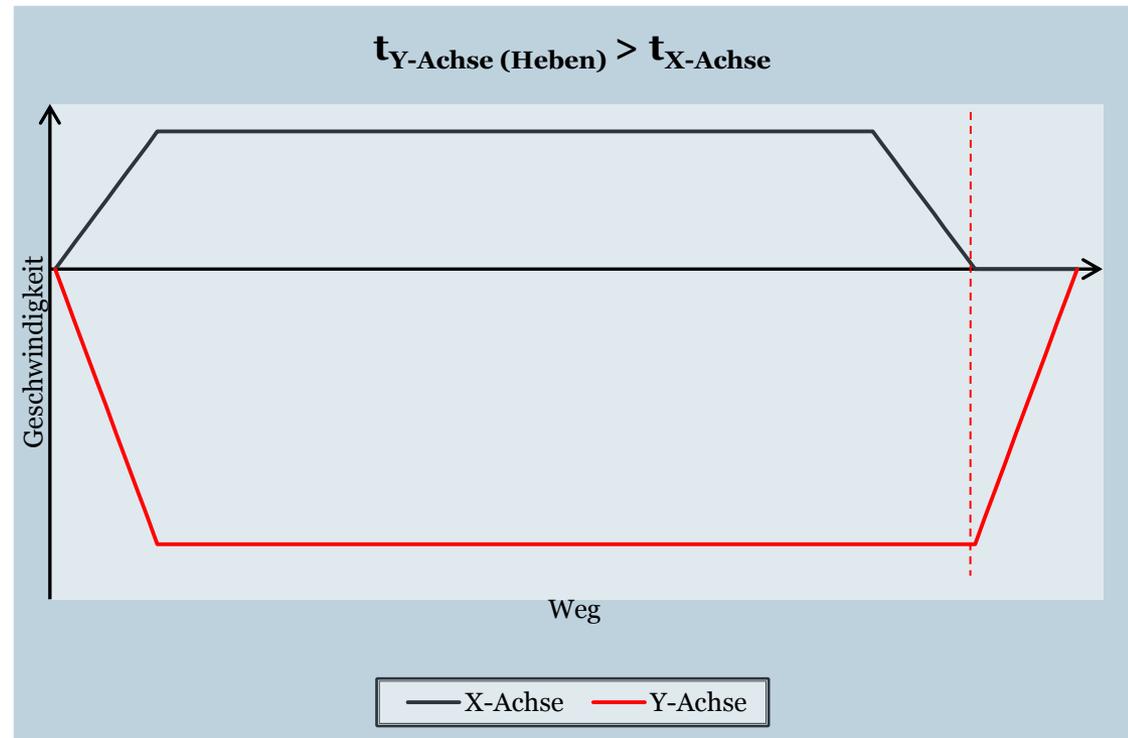
- L'Asse-Y si muoverà con  $V_{\text{max}}$ ,  $A_{\text{max}}$
- Ottimizzazione caso 3
  - $t_{\text{Asse-X}} < t_{\text{Asse-Y}}$ ,
  - L'Asse-Y muove verso l'alto
- Asse-X si muove a velocità ridotta
- L'energia di frenatura dell'asse X è usata per il movimento verso l'alto dell'asse Y



# Esempio di Coordinamento degli assi

## Caso 4: $t_{\text{Asse-X}} < t_{\text{Asse-Y}}$

- Asse-Y si muove con  $V_{\text{max}}$ ,  $A_{\text{max}}$
- Ottimizzazione caso 4
  - $t_{\text{Asse-X}} < t_{\text{Asse-Y}}$ ,
  - Asse-Y muove verso il basso
- L'X Asse completa la corsa prima che l'asse Y cominci a frenare
- L'energia rigenerata dall'Asse-Y in frenata è usata dall'asse X



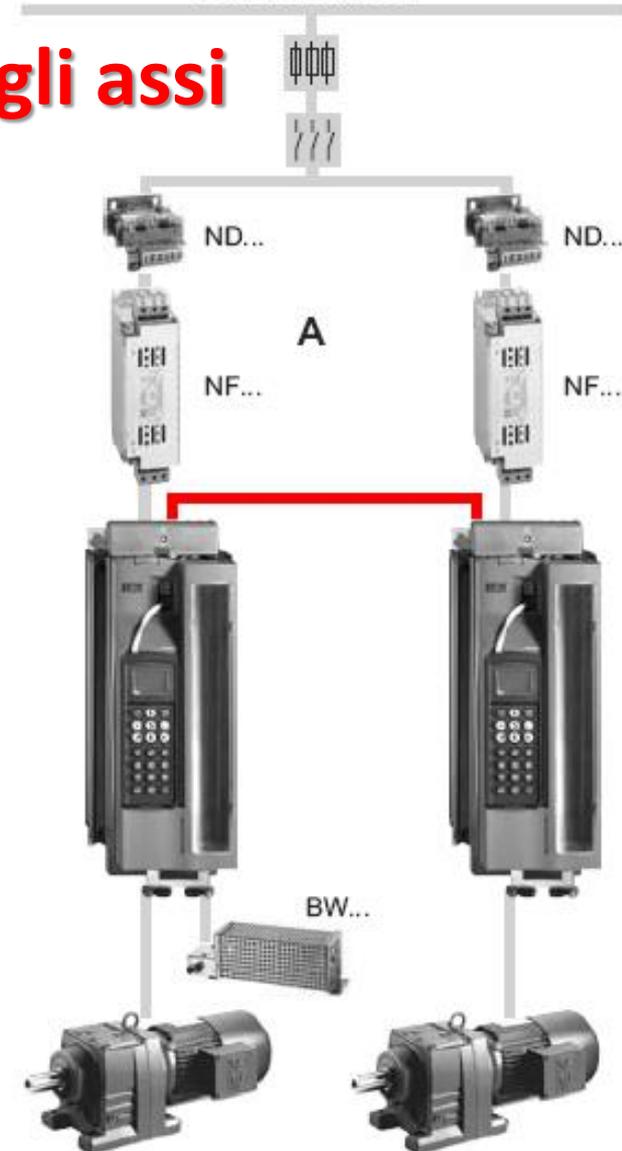
3 x AC 380...500 V

# Esempio di Coordinamento degli assi

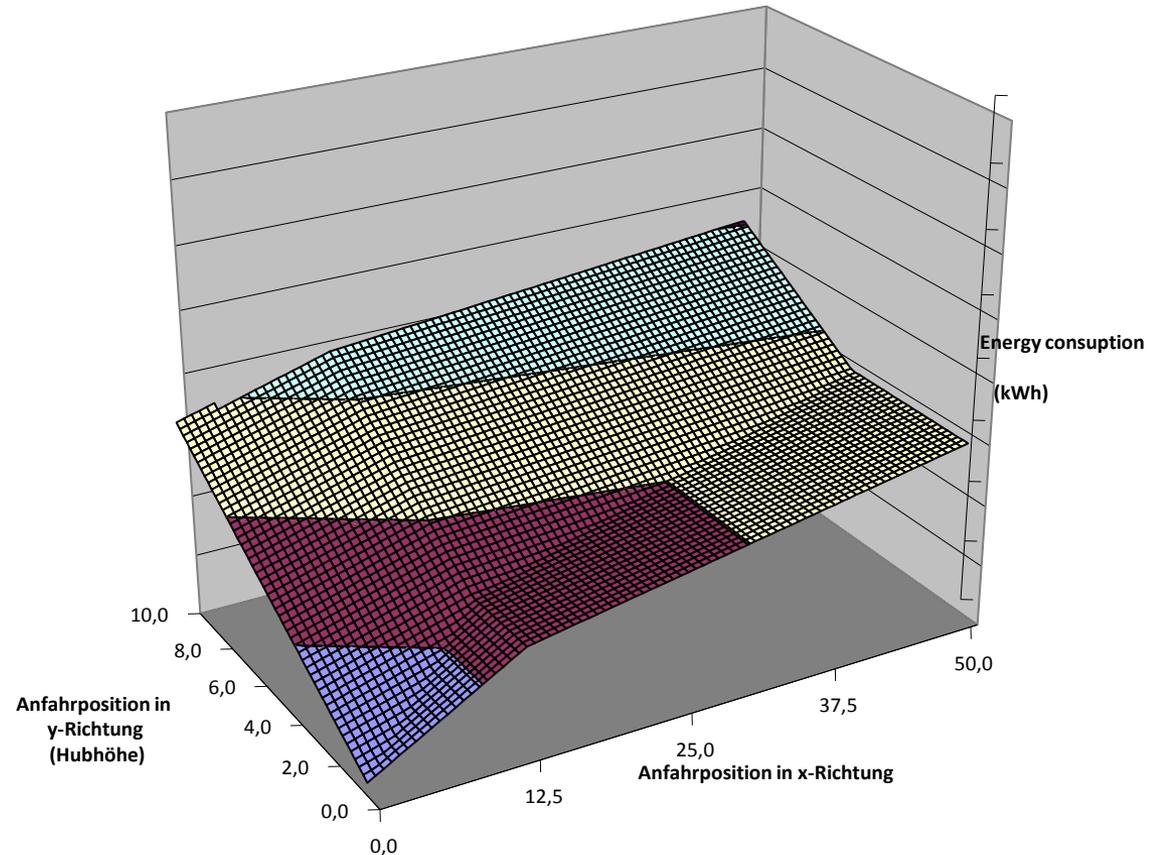
## ■ Scambio di energia su DC Link

L'accoppiamento DC link è il modo per realizzare lo scambio energetico tra gli assi e ridurre quindi i consumi della macchina.

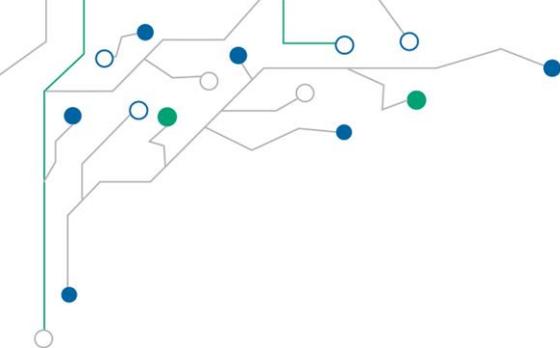
Consente di non "bruciare" l'energia in surplus sulle resistenze di frenatura, ma di usarla in un altro drive che sta accelerando.



# Esempio di Coordinamento degli assi



- Il consumo di energia complessivo si abbassa di oltre il 25%, mantenendo le prestazioni complessive della macchina (dinamiche, tempi / ciclo ecc.) identiche



**Grazie per l'attenzione**