

Documentation Technique & Guide Utilisateur

1. Présentation du dispositif (LandingGear)

Il assure le pilotage d'un Système d'Assistance à la Manœuvre/Béquillage Central Motorisé à Double Bras, permettant le stationnement sécurisé et le déplacement à très faible vitesse de la moto. Il intègre les fonctions de sécurité, de synchronisation et de journalisation des données.

Basé sur une Plateforme Arduino Nano R4 (ABX00143) et son Module d'Extension (Connector Carrier ASX00061), le système comprend :

- Deux moteurs contrôlés par drivers BTS7960 (gauche/droit)
- Surveillance du courant via capteurs ACS712 30A
- Fins de course hybrides : mécaniques (TZ-8122) pour la rétraction, virtuelles (seuil de courant) pour le déploiement
- Synchronisation dynamique par rétroaction de courant
- Journalisation sur carte microSD (LOG.TXT) pour analyse post-mortem
- Blocage automatique si la vitesse GPS dépasse 25 km/h et rétraction automatique si la vitesse est ≥ 30 km/h
- Interface utilisateur avec boutons et LED d'armement

2. Schéma de câblage

Composant	Rôle	Connexion Arduino
BTS7960 Gauche	Driver moteur gauche	EN=A6, RPWM=A3, LPWM=A2
BTS7960 Droit	Driver moteur droit	EN=D3, RPWM=D6, LPWM=D7
ACS712 30A Gauche	Capteur de courant gauche	A0
ACS712 30A Droit	Capteur de courant droit	A1
Fins de course TZ-8122	Détection position repliée	D9 (gauche), D8 (droit)
Bouton Armement	Activation du système	A7
Bouton Commande	Déploiement / Rétraction	D10
Bouton Calibration	Calibration des capteurs	D2
LED Armement	Indicateur d'armement	D5
GPS NEO-M8N	Vitesse et position	RX=D0, TX=D1
Carte microSD	Journalisation via SPI	CS=D4

3. Fonctionnement technique

États du système

- **REPOS** : bras arrêtés, attente d'action
- **DEPLOIEMENT** : descente des bras
- **RETRACTION** : remontée des bras
- **DEFAULT** : arrêt sécurité (surcharge, désynchronisation, timeout)

Sécurité intégrée

- Surcharge : arrêt si courant > seuil configuré
- Désynchronisation : arrêt si un seul bras atteint sa fin de course
- Timeout : arrêt si action > 1,5 seconde
- Vitesse GPS : blocage si > 25 km/h

Synchronisation moteur

- Lecture du courant gauche/droit
- Calcul de l'écart
- Ajustement dynamique du PWM pour équilibrer les bras

EEPROM

- Sauvegarde des offsets capteurs, seuils, dernier état et direction
- Validation via checksum

Journalisation

- Événements enregistrés dans LOG.TXT sur carte SD
- Exemples : début d'action, défaut, fin de cycle, courants max

4. Guide utilisateur

Mise en route

1. Alimentez le système (12V → 5V via convertisseur)
2. Insérez la carte microSD formatée en FAT32
3. Assurez-vous que les bras sont repliés
4. Appuyez 5 secondes sur le bouton de calibration (D2) pour calibrer les capteurs

Utilisation normale

1. Appuyez sur le bouton d'armement (A7) → LED D5 s'allume
2. Appuyez brièvement sur le bouton de commande (D10)
 - Bras repliés → déploiement
 - Bras déployés → rétraction
3. Le système synchronise automatiquement les moteurs
4. À la fin de l'action, retour à l'état REPOS

En cas de défaut

- LED D5 s'éteint
- Moteurs coupés
- Vérifiez les logs sur la carte SD
- Recalibrez si nécessaire
- Redémarrez le système

Tests recommandés

Test	Méthode	Résultat attendu
Calibration capteurs	Appui long sur D2	Offsets mis à jour
Détection surcharge	Simuler >15A	Arrêt sécurité
Désynchronisation	Bloquer un bras	Arrêt sécurité
Timeout	Simuler blocage >1,5s	Arrêt sécurité
Blocage GPS	Simuler vitesse >25 km/h	LED éteinte, système bloqué
Arrêt déploiement	Déployer jusqu'à butée mécanique	Arrêt immédiat, courant ≈ 6.0A

5. Sécurité GPS – Blocage et Rétraction Automatique

Le système intègre une **double logique de sécurité** basée sur la vitesse GPS pour garantir l'intégrité de l'équipement.

1. Blocage si la vitesse ≥ 25 km/h (Prévention de Déploiement)

- **Condition :** Les bras sont **repliés** et la vitesse dépasse **25 km/h**.
- **Action :** Le système se **verrouille** pour empêcher toute action non sécuritaire :
 - La LED d'armement (D5) s'éteint.
 - Les moteurs sont coupés.
 - Le bouton de commande est ignoré.
 - Le système reste bloqué tant que la vitesse est trop élevée.


2. Rétraction automatique si la vitesse ≥ 30 km/h (Arrêt d'Urgence)

- **Condition :** Les bras sont **déployés** et la vitesse atteint ou dépasse 30 km/h.
- **Action :** Le système impose une procédure de sécurité immédiate :
 1. Le système **déclenche automatiquement la rétraction** des bras (mouvement d'urgence).
 2. **Immédiatement**, le système est forcé en état de **BLOCAGE** (coupe-circuit) :
 - La LED d'armement s'éteint.
 - Les moteurs sont coupés (arrêtant le mouvement d'urgence).
 - Le bouton de commande est ignoré.
 - Le prochain appui sur le bouton de commande déclenchera un déploiement, garantissant la logique ON/OFF cohérente.

Comportement post-sécurité

- Une fois les bras repliés, le système reste **bloqué** tant que la vitesse est 25 km/h.
- Dès que la moto est à l'arrêt ou en dessous du seuil, l'armement est **réactivé**.

5. Extraits du fichier LOG.TXT

 Copier

```
==== DEMARRAGE SYSTEME ====
>>> DEBUT DEPLOIEMENT
Fin cycle OK - Courant max G=2.35A D=2.42A
>>> ACTION TERMINEE OK
>>> DEBUT RETRACTION
!!! DEFAUT : surcharge détectée → arrêt sécurité
Courants G=16.12A D=15.98A
```

8. Robustesse et précision

- Synchronisation moteur intelligente via rétroaction de courant (P-only)
 - Formule : $CorrectionPWM = (I_G - I_D) \times K_P$ avec $K_P = 20.0f$
- Filtrage du bruit avec `readAdcAvg()` (16 échantillons)
- ADC 14 bits pour précision maximale sur Nano R4

9. Gestion de la configuration

- EEPROM avec `magic number` pour validation
- Sauvegarde des seuils, offsets, état et direction
- Journalisation SD non bloquante via `logEvent()`